



EESTI MAAÜLIKOOL
Tartu Tehnikakolledž

Sander Saarniit

KUMMELIKORISTUSMASINA ARENDUS
CHAMOMILE HARVESTER DEVELOPMENT

Rakenduskõrgharidusõppe lõputöö
Tehnotroonika õppekava

Juhendaja: lektor Lemmik Käis, *MSc*

Tartu 2017

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Professional Higher Education Thesis	
Author: Sander Saarniit		Speciality: Techotronics	
Title: Chamomile harvester development			
Pages: 55	Figures:17	Tables: 7	Appendixes: 12
Department: Tartu College of Technics Field of research: 4. Natural Sciences and Technology; 4.16. Biotechnology relating to Natural Sciences and Engineering Supervisor: MSc Lemmik Käis Place and date: Tartu 2017			
<p>This research covers the topic what is situated to chamomile flower harvesting. Because chamomile flower can be harvested and there is working solutions and thus this is not the only research in this field. But this research covers how chamomile harvesters can be improved in future.</p> <p>This researches objective is to give information about chamomile and it’s cultivation using literature, to work out different solutions how chamomile harvesting and chamomile harvester can be improved and to design a usable chamomile harvester.</p> <p>In this research author used his own ideas and different publications and other literature. Research proposes some new solutions for improving chamomile harvesters and also it contains project for chamomile harvester.</p> <p>Research outcome needs further studies and tests.</p>			
Keywords: german chamomile, chamomile harvesting			

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Rakenduskõrgharidusõppe lõputöö lühikokkuvõte	
Autor: Sander Saarniit		Õppekava: Tehnotroonika	
Pealkiri: Kummelikoristusmasina arendus			
Lehekülgi:55	Jooniseid: 17	Tabeleid: 7	Lisasid:12
<p>Osakond: Tartu Tehnikakolledž</p> <p>Uurimisvaldkond: 4. Loodusteadused ja tehnika, 4.16. Biotehnoloogia (loodusteadused ja tehnika)</p> <p>Juhendaja: MSc Lemmik Käis</p> <p>Kaitsmiskoht ja –aasta: Tartu 2017</p> <p>Töö käsitleb kummeli koristamisega seotud temaatikat. Kuna kummelit koristatakse ja selleks on vastavad masinad välja töötatud, siis ei saa öelda, et tegu on ainsa omalaadse uurimusega vaid antud valdkonnas on juba tööd tehtud. Diplomitöö läheneb püstitatud probleemile, et kas oleks ehk võimalik veel leida meetodeid ja tehnilisi lahendusi kummeli koristamiseks lisaks olemas olevatele lahendustele.</p> <p>Töö eesmärkideks on anda ülevaade kummelist ja tema kasvatamisest kirjandusallikate põhjal, töötada välja erinevaid ning uudseid lahendusi kummeli koristamiseks ja koristusmasinate täiustamiseks ning projekteerida masin kummeli koristamiseks.</p> <p>Töös on kasutatud erinevaid teadusartikleid ja teisi kirjandusallikaid ning autori ideid.</p> <p>Töös on välja pakutud mitmeid lahendusi kummelikoristusmasinate täiustamiseks ja parendamiseks ning töö sisaldab ka kummeli väikekasvatajale sobiva koristusmasina eskiisprojekti.</p> <p>Töö tulemused vajaks kindlasti edasisi uuringuid ja katseid.</p>			
Märksõnad: teekummel, kummeli koristamine, kummeli korjur (masin)			

SISUKORD

SISUKORD	4
SISSEJUHATUS	6
1. SELETUSKIRJA OSA.....	7
1.1. Töö eesmärk ja ülesanded	7
1.2. Temaatiline käsitus	8
1.2.1. Ülevaade kummelist	8
1.2.2. Kummeli raviomadused.....	9
1.2.3. Teekummeli agrotehnika	10
1.2.4. Kummeli koristamine	12
1.3. Teekummeli koristusprintsüübid	15
2. TOOTEARENDEUSLIK OSA	19
2.1. Kummelikoristusmasin	19
2.1.1. Koristusmasina asend traktori suhtes	19
2.1.2. Koristusorgani tehniline lahendus	21
2.1.3. Õisikute kogumiskasti tühjendamine	24
3. KORISTUSMASINA PROJEKTI OSA	25
3.1. Traktor MTZ 82.1	25
3.2. Koristusmasin	26
3.2.1. Koristuskamm.....	27
3.2.2. Kummelikogur.....	28
3.2.3. Koristuskammi puhastushari	29
3.3. Koristuskõrguse reguleerimine	30
3.4. Koristusmasina ajami valik.....	33
KOKKUVÕTE	36
CHAMOMILE HARVESTER DEVELOPMENT	38
KASUTATUD KIRJANDUS	40
LISAD	42
Lisa 1. Hüdromootori Saurer Danfoss OMP 160 gabariitmõõtmed [15].	43
Lisa 2. Kummelikoristusmasina koostejoonis	44
Lisa 3. Transportöörilindi joonis	45
Lisa 4. Veorootori koostejoonis	46
Lisa 5. Veetavrootori joonis	47
Lisa 6. Korjekasti koostejoonis	48
Lisa 7. Koristuskammi joonis	49

Lisa 8. Puhastusharja joonis	50
Lisa 9. Rootorite kinnituskronsteini koostejoonis	51
Lisa 10. Ratta kinnituskronsteini joonis	52
Lisa 11. Haakesüsteemi nurga fiksaatori joonis	53
Lisa 12. Kaitsekatte joonis	54

SISSEJUHATUS

Töö käsitleb kummeli koristamisega seotud temaatikat. Töö teema sai valitud autori huvist uurida kummeli koristustehnikat. Teema võiks antud hetkel olla küllaltki päevakajaline, sest praeguse aja trendid on muutnud inimeste seas järjest populaarsemaks looduslikud ravimeetodid ja erinevad looduslikult tervist tugevdavad tooted ning seetõttu leiaks kindlasti tarbijaid ka erinevatele kummelist toodetele.

Kuna ka põllumehe jaoks on traditsioonilistes valdkondades nagu piimakarja- ja seakasvatustes keerulise ajad, siis oleks kindlasti üks võimalikest alternatiividest pöörduda osaliselt näiteks ravimtaimede kasvatuse poole, mille ühe osa võiks moodustada näiteks kummelikasvatus.

Töö eesmärgiks on arendada kummelikoristusmasin, mis sobib kummeli väikekasvatajale-tootjatele. Ülesanded antud töö puhul on uurida kummelit ja selle kasvatamist ning anda ülevaade välja töötatud koristusmetoodikast kirjandusallikate põhjal. Tootearenduslikus osas pakkuda välja autoripoolseid lahendusi kummelikoristusmasina parendamiseks ja täiendamiseks ning sünteesida ja analüüsida neid leitud lahendusi. Projekti osa lõpptulemuseks annab eskiisprojekti vormis kummelikoristusmasin kummeli väikekasvatajale koos arutlusega ja lahenduste valiku põhjendustega.

Töö osadeks on seletuskirja osa, tootearenduslik osa ning koristusmasina projekti osa. Seletuskirja osas tuuakse ära töö eesmärk ja töö ülesanded, mis on eesmärgi saavutamiseks tarvis lahendada. Ka sisaldab seletuskirja osa endas kirjandusanalüüsi, milles antakse ülevaade kummelist, tema kasvatamisest ning välja töötatud kummelikoristuse lahendustest kirjandusallikate põhjal. Tootearenduslikus osas pakutakse autori poolt välja mõningaid tehnilisi lahendusi kummeli koristamiseks ning analüüsitakse ja sünteesitakse nende lahenduste võimalikku kasutamist reaalsetes oludes. Projekti osa annab koristusmasina projekteerimisel kasutatud tehnilistest lahendustest ülevaate ning põhjendab konkreetsete tehniliste lahenduste valikut.

1. SELETUSKIRJA OSA

1.1. Töö eesmärk ja ülesanded

Käesoleva töö eesmärgiks on kummelikasvatusega seotud probleemistiku uurimine ning kummelikasvatajale sobiva koristusmasina arendamine.

Põhjuseks miks kummelikoristusmasinat arendada on, et inimeste seas muutuvad järjest populaarsemaks erinevad ravimtaimed ja looduslikud ravimeetodid. Seega leiaks kindlasti tarbijaid, kes sooviksid osta ravikummelist tooteid.

Kummeli edukaks kasvatamiseks on tarvis teada, mis taimega on tegemist, millised on tema kasvatamise võtted ning kasvatamise eripärad. Ka oleks mõistlik uurida enne koristusmasina projekteerimist, milliseid lahendusi on kummeli koristamiseks juba välja töötatud ning ehk on neid lahendusi võimalik ka antud töös rakendada. Enne masina projekteerimist oleks tarvis käsitleda ka koristusmasinate tootearenduslikku poolt. Nendele teadmistele tuginedes on võimalik koostada kummelikoristusmasina projekt. Antud arutlusest lähtudes on võimalik sõnastada konkreetsed ülesanded, mis on tarvis antud diplomitöös lahendada.

Töö eesmärgist lähtuvalt on püstitatud järgmised ülesanded:

1. Anda ülevaade kummelist ja tema kasutamisest kirjandusallikate põhjal.
2. Uurida kummeli agrotehnikat.
3. Anda ülevaade kummeli koristamise tehnilistest lahendustest kirjandusallikatele tuginedes.
4. Teostada kummelikoristusmasina tootearendus.
5. Teostada kummelikoristusmasina projekt, mille alamülesanded oleksid järgmised:
 - Koristusmasinale sobiva traktori valik.
 - Sobiva õisikutekoguri lahenduse leidmine.
 - Koristusmasinale sobiva ajami leidmine.
 - Koostada koristusmasina 3D mudel eskiisjoonised tarkvarapaketi Solid Edge.

1.2. Temaatiline käsitus

1.2.1. Ülevaade kummelist

Kummel on taim korvõieliste sugukonnast [1]. Looduses eksisteerib ligi 50 erinevat kummeli perekonda kuuluvat liiki [2]. Ravi seisukohast on kõige kasulikum kummeliliik teekummel (*Matricaria recutita*) ja mitmete raviomaduste tõttu kasvatatakse teda laialdaselt ning kasutust leiab ta nii tavameditsiinis kui ka rahvameditsiinis [1]. Teekummeli raviomadusi aegade jooksul väga põhjalikult uuritud [2].

Ka leviala on teekummelil suhteliselt lai. Teda võib kasvamas leida kogu Lõuna- ja Põhja-Ameerikas, Euroopas, Põhja-Aafrikas ja Lääne-Aasias [3].

Teekummelit kasvatatakse nii kultuurtaimena, aga kasvab ka metsistunult prahipaikadel, tee- ja põlluservadel, veekogude ja inimasustuse läheduses ning taim püsib ka algse kultiveerimiskoha lähedal [3].

Eestis on teekummeli puhul tegemist võõrliigiga ja ta on võõrliikide mustas raamatus liigitatud viiendasse kategooriasse [4]. Sinna kategooriasse kuuluvad võõrliigid, mis kasvavad algse kultiveerimiskoha lähedal, aga samas looduslikke kooslusi ei ohusta [4].

Teekummel on 5 - 50 cm kõrgune üheaastane rohttaim [3]. Peajuur on peenike ja väheste harudega, helepruuni värvi, ega tungi sügavale pinnasesse [1]. Vars on üksik, püstine, seest õõnes, hästi haruline ja küllaltki tihedaleheline [1] (Joonis 1.1). Teekummelil on tugev iseloomulik lõhn [3].



Joonis 1.1 Teekummel [5]

Õisikud on korvitaolised, õõnsa koonusekujulise õiepõhjaga, asetsevad pikkadel õieraagudel, mis omakorda paiknevad varre tipus ja harudel [1].

Teekummel õitseb maist kuni septembrini, ravitoime omandab aga alates juunikuust. Seemned küpsevad peamiselt juulis ja augustis [2].

1.2.2. Kummeli raviomadused

Teekummelist saadavaks droogiks on eeterlik õli, mis eraldatakse taimest destilleerimise teel [3]. Eeterliku õli kvaliteedi määravad mitmed omadused, millest üheks on asuleeni sisaldus. Asuleen on teekummeli eeterlikus õlis sisalduv üks paljudest komponentidest, mis annab kummeliõlile tema ravitoime [6]. Eeterliku õli ning asuleeni sisaldus erinevates taimeosades varieerub suhteliselt suures ulatuses (Tabel 1.1).

Tabel 1.1 Eeterlike õlide ja asuleeni sisaldus teekummeli eri organites [6]

Taimeorgan	Eeterliku õli %	Asuleeni mg %
1	2	3
1. Juured	puudub	puudub
2. Varred	0,040	jäljed
3. Rosetilehed	0,099	4,27
4. Varrelehed	0,141	jäljed
5. Õisikud	0,311...0,542	82,36
6. Taime kogu maapealne osa	0,120	3,66
7. Keelõied	0,011	ei uuritud
8. Õiepõhi	0,112	ei uuritud
9. Torujad õied	0,350	85,40

Tabeli 1.1 andmetest võib näha, et suurim eeterliku õli ning asuleeni sisaldus on õisikutes. Seetõttu kasutataksegi kvaliteetse kummeliõli saamiseks, mis vastaks Euroopa farmakopöa nõuetele, värsked või kuivatatud õisikud või ladvaosi [3]. Rahvameditsiinis kasutatakse ka kogu ürti [3].

Teekummeli eeterlikul õlil on palju erinevaid raviomadusi. Taimel on rahustav, desinfitseeriv, põletikuvastane, allergiavastane ja spasme lõõgastav toime [1,3]. Seespidiselt kasutatakse teda seedehäirete ja seedeorganite põletike korral, välispidiselt antiseptilise ja nahka pehmendava ning tervendava vahendina [2]. Ka on samade omadustega teekummeli õitest keedetud ravimtee [2]. Omaduste tõttu kasutatakse kummeli eeterlikku õli erinevates

keha- ning nahahooldustoodetes [3]. Ka kasutatakse eeterlikke õlisid parfümeeria- ja isegi toiduainetööstuses [1].

1.2.3. Teekummeli agrotehnika

Ravimitööstuse tarbeks kasvatatakse teekummelit maailmas ligikaudu 20 000 ha. [7]

Kasvupinnase suhtes ei ole teekummel nõudlik, kuid ei soovitata kasvatada viljakal, niiskel ja tihkel pinnasel [2]. Ka ei sobi teekummeli kasvatamiseks põuakartlikud mullad, sest teekummeli juured ei tungi sügavale mulda. [6,8]. Ka talub teekummel laia keskmist ööpäevast õhutemperatuurivahemikku - 2-20 °C [6]. Kasvuks sobivaim keskmine ööpäevane õhutemperatuur teekummelile on 18-20 °C [6]. Valgusolud ja temperatuur mõjutavad teekummeli eeterlike õlide ja asuleeni sisaldust rohkem kui kasvupinnas [8]. Eelnevast saame järeldada, et ka Eesti kliimaatilised tingimused on teekummeli kasvatamiseks suhteliselt sobivad.

Teekummeli seemned idanevad 6-10 päeva, leherosetid moodustuvad 23-25 päevaga, varred 35-40 päevaga ja 60 päeva järel algab õitsemine [2]. Puhkenud kummeli õisik õitseb 3-5 päeva ja seejärel langevad õielehed maha [2].

1978. aastal läbi viidud teekummeli saagikust ja kvaliteeti mõjutavaid tegureid käsitlevast uuringust selgub, et Eesti tingimustes annab parimat saaki ja suurima toitainete sisaldusega droogi teekummeli talve-eelne külv [6].

Teekummeli külvitihedust ning õite saagikust ja õite eeterlike õlide sisaldust võrdlevas uuringust saadud tulemuste põhjal (Tabel 1.2) selgub, et parimat õite saaki annab külv 50-25-25-50, ehk kolmerealine külv vahedega 25 cm ja nendel ridadel omakorda 50 cm vahe [9]. Sellise külvi viisi puhul on teekummeli kasvuruum suurem, taim saab kasvada harulisemaks ja seetõttu kannab rohkem õisikuid [9]. Väikseim saagikus saadi antud katses, kui külviridade vaheks oli 25 cm [9].

Tabel 1.2 Külviridade vahe ja õite saagikuse ja nendes sisalduvate eeterlike õlide sisalduse võrdlus.

Külvi reavahe (cm)	Õite saak kuivatatult (t/ha)	Eeterlike õlide sisaldus (%)
1	2	3
1. 40	1,25	0,78
2. 50	1,28	0,80
3. 25	0,99	0,69
4. 40-25-40	1,47	0,87
5. 40-25-25-40	1,58	0,83
6. 50-25-50	1,50	0,86
7. 50-25-25-50	1,65	0,85

50-25-25-50 reavahedega külvamisel võib probleemiks osutuda reavahedes kasvama hakkav umbrohi ning selle eemaldamiseks tuleb teha täiendavaid kulutusi. Kui seesugune reavahe käsitsi korjamist ei mõjuta, siis võivad probleemid tekkida, kui korjamiseks kasutatakse koristusmasinad. Antud reavahe ei pruugi sobida kasutatava koristusmasin või kasutatava traktori rataste laiusega, mis seetõttu võib lihtsalt taimed maha sõtkuda.

Seega võib järeldada, et 50-25-25-50 külvirea vahe võib olla küll saagikuse seisukohalt kõige efektiivsem, kuid võivad kaasneda jällegi teised probleemid.

Masinaga koristamise puhul võiks eeldada, et parim on külv, kus külviread on ühtlaste vahedega. Parimad külviridade vahed võiksid olla sellisel juhul Tabeli 1.2 andmetele tuginedes olla 40 cm või 50 cm. Laiemate vahedega külv annab rohkem saaki, sest taimel on rohkem kasvuruumi, taim kasvab harulisemaks ja sellest tulenevalt kannab ka rohkem õisikuid [9].

Teekummeli seemnete külvinorm on ligikaudu 2 kg/ha [6]. Külvamiseks segatakse seemned peene liivaga [2]. Parema saagikuse tagamiseks kasutatakse vähesel määral mineraalväetisi: kaaliumit, lämmastikku ja fosforit [2,6].

1.2.4. Kummeli koristamine

Koristusviisi valik sõltub, kas eesmärgiks on põllult kätte saada kogu ürt, või soovitakse koristada vaid õisikud.

Kogu põllu niitmist saab kasutada juhul kui tahetakse kätte saada kogu ürti. Sellisel juhul niidetakse kummelipõld õitsemise kõrgperioodil, niidetud taimed kuivatatakse põllul päikese käes ja seejärel saak kogutakse. Saadud taimne mass sobib lisandiks näiteks loomasöödale. Ka võib kogutud massi destilleerida sarnaselt õisikute destilleerimisele ja kasutada saadud eeterlikku õli seal, kus pole oluline kummeliõli kõrge kvaliteet.

Kui eesmärgiks on aga toota kõrgekvaliteedilist teekummeli õli, siis on tarvis koristada vaid teekummeli õisikud. Õisikute kogumiseks võib leida mitmeid erinevaid tehnilisi lahendusi.

Kõige primitiivsemaks meetodiks on õisikute käsitsi korjamine [6]. Selle meetodi eeliseks on parim korje kvaliteet. Kogutud saak on puhtaim ja ka kasvavaid kummelitaimi kahjustatakse kõige vähem. Suureteks puudusteks selle meetodi puhul on tootlikus ning suur tööjõu kulu. Kirjeldatud meetod sobib koristamiseks juhul kui kummeliõisikuid kogutakse isiklikuks tarbeks.

Et kiirendada korjeprotsessi, siis kasutatakse ka käsitsi korjamisel kammkühvleid, mis kiirendavad koristuse kiirust võrreldes käsitsi koristusega ligikaudu 2-3 korda [10]. Korjekiiiruseks kammkühvliga koristamisel on 3-5 kg õisikuid tunnis ühe korjaja kohta [10]. Kasutusel on veel ka koristuskärud, mida saab ratastele abil mööda kummelipõldu lükata ja sedaviisi õisikud koristada [11].

Eelnevalt leidis autor, et õigeaegne koristus on saagikuse seisukohalt väga tähtis. Seega on käsitsi koristuse meetodeid kasutades tarvis, et saagikoristuse ajal oleks kummelipõllul õisikuid koristamas suur hulk inimesi, sest valminud õisikud kuivavad ning kukuvad maha ning see toob endaga kaasa saagikuse vähenemise. Arvestuslik tööjõu ajaline kulu ühe hektari koristamiseks suveperioodi lõikes kammkühvleid kasutades on 160-260 h/ha [7].

Kuna eelnevalt toodud korjemeetodid on vähetootlikud ja väga töömahukad, siis sobivad nad vaid juhul, kui korjatavad kogused on väikesed või vaba tööjõudu on suurel hulgal.

Sellest tulenevalt kasutatakse eeltoodud meetodeid arengumaades, kus vaba tööjõudu on palju ja tööjõud on ka suhteliselt odav [7].

Arenenud maade kummelikasvatustes kasutatakse kummeliõisikute koristamiseks vastavalt välja töötatud masinaid. Koristusmasinad on kas moto-plokk tüüpi koristuskärud, traktori haakes veetavad koristusmasinad või on tegemist koristuskombainidega [7,11]. Masina valik sõltub eelkõige sellest, kui suurel maa-alal kummelit kasvatatakse ja veel mitmetest majanduslikest teguritest.

Eesti tingimustes peaks esimese koristuse läbi viima mai lõpus või juuni alguses [6]. Koristuse alustamise indikaatoriks on see, kui ühel taimel on puhkenud 5-10 õisikut ja õiepõhi pole veel kooniliseks muutunud [6]. On tähtis, et esimese koristusega ei jäädaks hiljaks, sest juba puhkenud õis õitseb 3-5 päeva ja seejärel langevad rosetilehed maha [6,11]. Kui koristusega alustada kohe kummeli õitsemise algul on saak suhteliselt väiksem võrreldes viivitatud koristuse algusega saadud tulemustega (Tabel 1.3).

Tabel 1.3 Summaarse õisikutesaagi muutus erineva kogumisaja alguse puhul [6]

Kogumisring	Kogumise algus katse osade järgi				
	A Õitsemise algul		B 5. päeval	C 10. päeval	D 12. päeval
	ts/ha	Koefitsent			
A	1	2	3	4	5
I	0,28	1,00	1,79	3,46	2,96
II	2,03	1,00	0,79	1,34	1,44
III	5,45	1,00	0,82	0,91	0,91
IV	6,90	1,00	0,88	0,95	0,89
V	9,18	1,00	0,84	0,81	0,79
VI	10,10	1,00	0,78	0,76	0,76

Juba kolmandal kogumisringil on saagikus suurem õitsemise algul alustatud koristusel võrreldes viivitatud koristamise algusega. Tabeli 1.3 andmetest saab ka välja lugeda, et õitsemise algul alustatud koristusel on saagikus igal järgmisel kogumisringil suurem kui eelmisel. Ka on õigeaegselt korjatud õisikutest saadavas droogis eeterlike õlide ja asuleeni sisaldus suurem (Tabel 1.4 ja 1.5).

Tabel 1.4 Eeterliku õli sisaldus droogis %-des, olenevalt kogumisaja algusest [6]

Külviaeg	Kogumise algus			
	A Õitsemise algul	B 5. päeval	C 10. päeval	D 12. päeval
A	1	2	3	4
Talve-eelne külv	0,73	0,66	0,62	0,56

Tabel 1.5 Asuleenisisaldus õisikutes mg%-des, olenevalt kogumisaja algusest

Külviaeg	Kogumise algus			
	A Õitsemise algul	B 5. päeval	C 10. päeval	D 12. päeval
A	1	2	3	4
Talve-eelne külv	97	92	75	73

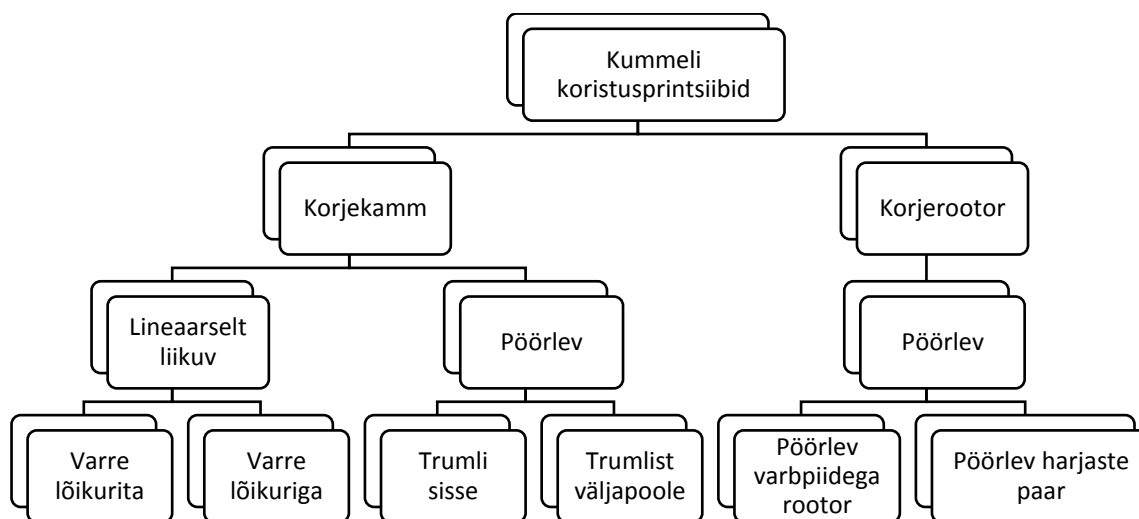
Eesti tingimustes on võimalik õisikute kogumist kummeli kasvuperioodil läbi viia 4-6 korda, kui seda teha 8-14 päevaste vahedega, mida peetakse optimaalseks [6]. Kui kogumiste vahele tuleb pikem paus kui kaks nädalat, siis hakkab õisikute saak langema [6]. Kui aga koguda õisikuid lühemate vahedega, siis pole saagikuse tõus märgatav, küll aga suurenevad kulutused koristusele [6].

Õitsemisperioodi algul kogutud õisikutest saadavas droogis on eeterlike õlide ja asuleeni sisaldus suurem kui seda on õitsemisaja lõpus kogutud õisikutes [6].

Et kogu kasvatatud kummeli ressursi maksimaalselt ära kasutada võib peale viimast õisikute korjamist ka taimed maha niita ning päikese käes kuivatada ja seejärel kokku koguda. Nagu eelnevalt mainitud saab kogutud taimset massi kasutada loomasööda lisandina.

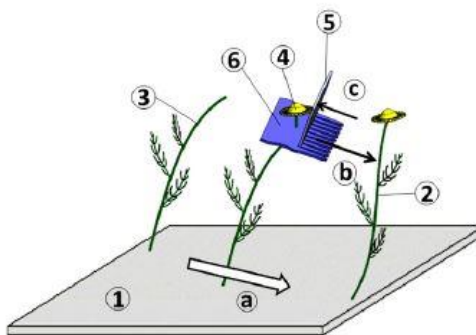
1.3. Teekummeli koristusprintsiihid

Teekummeli koristamisel mängib olulist rolli nii tootlikkuse kui ka korjekvaliteedi juures koristusmasina tehniline lahendus. Eristatakse kahte koristusprintsiipi: koristamine korjekammiga või korjerootoriga [7] (Joonis 1.2).



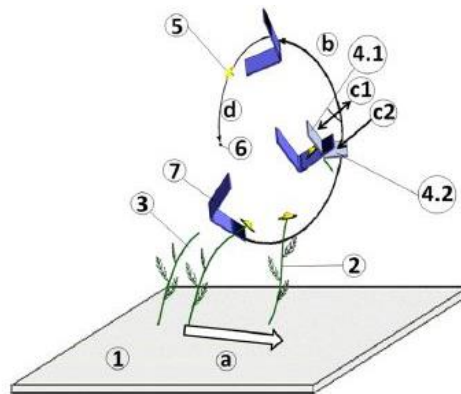
Joonis 1.2 Teekummeli koristusprintsiihid [7]

Lineaarselt liikuva korjekammi tööpõhimõte leiab kasutust koristamisel kammkühvlitega ja käsitsi lükatavate koristuskärude juures. Puuduseks selle meetodi juures on, et koristamise käigus liigub õisikutest üle vaid üks kamm ning kõik õisikud ei pruugi sattuda esimese korraga kammipiide vahele. Eeliseks selle koristuslahenduse puhul on, et seadeldised on lihtsa ehitusega. Lisada võib ka varrelõikuri nagu on näidatud Joonisel 1.3.

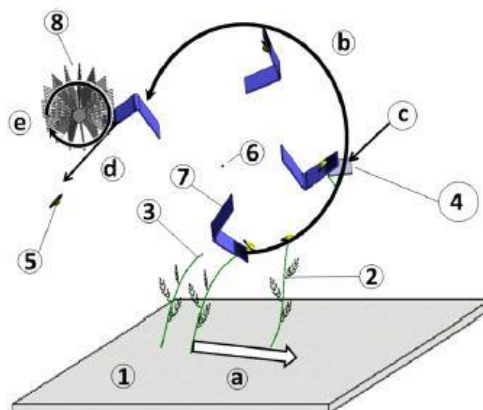


Joonis 1.3 Lineaarselt liikuv varre lõikuriga koristuskamm: 1-maapind; 2- koristamata taim; 3- koristatud taim 4- lõigatav õis; 5- lõiketera; 6- korjekamm; a- masina liikumissuund; b- korjekammi liikumissuund; c- lõiketera liikumissuund. [7]

Pöörleva korjekammi puhul on kasutusel kaks põhimõttelt erinevat lahendust, kas kogutud õisikud vabastatakse kammi küljest nii, et õisikud kukuvad kammi kinnitamiseks kasutatud pöörleva trumli sisse (Joonis 1.4) või kukuvad sellest trumlist väljapoole (Joonis 1.5) [7]. Esimese meetodi eeliseks on, et kogutud õisikud saab trumlist välja transportida ühest trumli otsast ja seetõttu saab õisikute edasiseks transportimiseks kogumiskasti kasutada kitsamat transportöörlinti kui teise meetodi puhul, kus peab transportöörlint olema tööorganiga vähemalt sama lai.



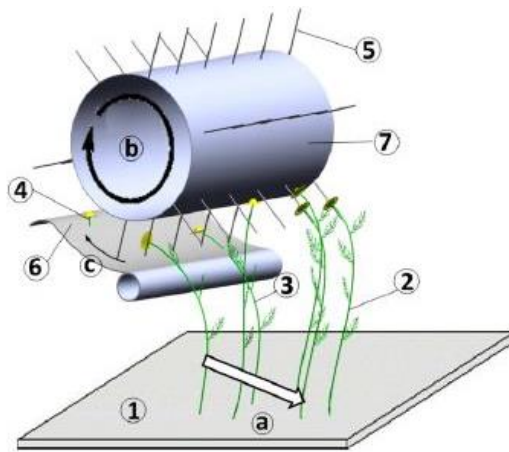
Joonis 1.4 Pöörlev korjekamm sisemise vabastusega: 1- maapind; 2- koristamata taim; 3- koristatud taim; 4.1- sisemine jäägilõiketera; 4.2- välimine jäägilõiketera; 5- lõigatud õis; 6- korjetrumli keskpunkt; 7- korjekamm; a. masina liikumissuund; b. korjekammi liikumise suund; c1- sisemise jäägilõiketera liikumise suund; c2- välimise jäägilõiketera liikumise suund; d- lõigatud õie kukkumise suund. [7]



Joonis 1.5 Pöörlev korjekamm välimise vabastusega: 1- maapind; 2- koristamata taim; 3- koristatud taim; 4- välimine jäägilõiketera 5- lõigatud õis; 6- korjetrumli keskpunkt; 7- korjekamm; 8- pöörlev hari a- masina liikumissuund; b- korjekammi liikumise suund; c- välimise jäägilõiketera liikumise suund; d- lõigatud õie kukkumise suund. [7]

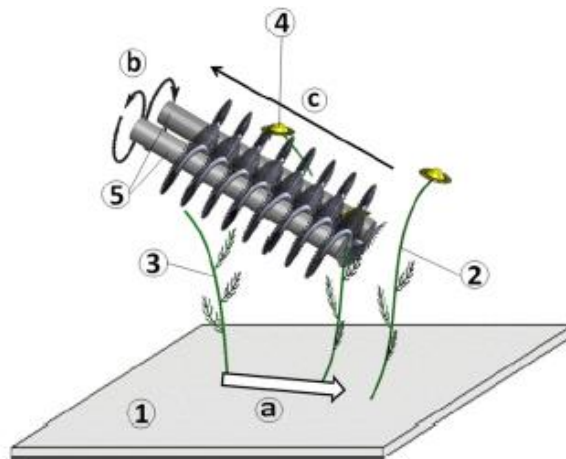
Varbpiidega rootor koristab põhimõttel, kus kiiresti pöörlevad varbpiid rebivad kummeliõisikud liikumise käigus otsast (Joonis 1.6). Rebenemine toimub varre kõige nõrgema koha pealt ja võib juhtuda, et sellise korjeviisi puhul jäävad õisikute külge ka teatava pikkusega varreosad. Läbiviidud katsed on näidanud, et umbes 80% õisikute külge jäävatest vartest on lühemad kui 4 cm [7].

Üks suurimaid eeliseid sellise tööorganiga masina puhul on konstruktsiooni lihtsus, mis peaks ka tagama selle, et masina valmistamine on kindlasti odavam, kui eelnevalt toodud kammkoristuse lahenduste puhul. Puuduseks võib ära tuua aga madalama korjekvaliteedi võrreldes kammkoristusega [7]. Ka ei saa selle meetodi puhul läbi viia õisikute külge jäävate jääkvarreosade eemaldamist.



Joonis 1.6 Pöörlev varbpiidega rootor: 1-maapind; 2-koristamata taim; 3-koristatud taim; 4-rebitud õis; 5-varvad; 6-alumine plaat õisikute liikumise suunamiseks; 7-trummel: a. masina liikumise suund; b-trumli pöörlemise suund; c-rebitud õisikute liikumise suund. [7]

Pöörleva harjastepaariga kummelikogur töötab põhimõttel, et kaks harja, millele antakse vastupidine pöörlemissuund rebivad harjaste vahele sattunud kummeli õisiku otsast (Joonis 1.7) [7]. Et rebitud kummeliõisik jõuaks koristusorganilt kaldtransportööri kasutatakse ka suunavat õhuvoolu [7]. Antud koristusorgani puhul on puuduseks, kui tahetakse saavutada suurt koristuslaiust, siis on tarvis lisada mitmeid harjaste paare. See omakorda kasvatab konstruktsiooni keerukust ning läbi selle ka koristusmasina maksumust.



Joonis 1.7 Pöörlevate harjaste paar: 1-maapind; 2-koristamata taim; 3-koristatud taim; 4-rebitud õisik; 5-harjade paar; a-liikumissuund; b-harjade pöörlemissuund; c-õhuvoolu suund. [7]

2. TOOTEARENDEUSLIK OSA

2.1. Kummelikoristusmasin

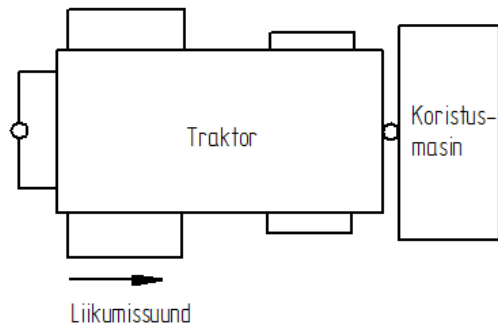
Eelnevas peatükis on välja toodud, et kummeli masinkoristust on võimalik läbi viia kasutades kas haakes veetavaid koristusmasinaid või koristuskombaine. Kuna antud töö eesmärgiks on arendada väikekasvatajale sobiv koristusmasin, siis autori arvates selleks puhuks oleks sobivam traktori haakes veetav koristusmasin ja seda järgnevalt toodud põhjustel. Traktori haakes veetava koristusmasina ehitus on tunduvalt lihtsam ja seetõttu on masina valmistamine ja kasutamine odavam. Masina hinnast tulenevalt pole väikekasvatajal eeldatavasti võimalik ega mõistlik endale koristuskombaini soetada. Ka on koristusmasin tunduvalt väiksemate gabariitmõõtmetega kui koristuskombain ning seetõttu nõuab masina hoiustamine koristusvälisel perioodil vähem ruumi. Veel võib välja tuua, et masina suurusest tulenevalt on traktori haakes veetavale koristusmasinale vajalike hooldustööde maht väiksem ja seega ka vähem kulukam.

2.1.1. Koristusmasina asend traktori suhtes

Koristusmasina projekteerimisel omab tähtsat rolli koristusmasina asendi valik traktori suhtes. Järgnevas arutluses toob autor välja mõningad haakelahendused ning nende arvatavad eelised ja puudused.

Koristusmasin rippes traktori ees. Kui koristusmasin haakida traktori ette ei ole võimalik traktoristil jälgida koristusmasina tööd. Ka võib probleeme tekkida koristusmasina ette haakimisega, sest vanematel traktoritel vastav võimalus puudub või nõuab selle võimekuse loomine omanikult täiendavaid kulusi.

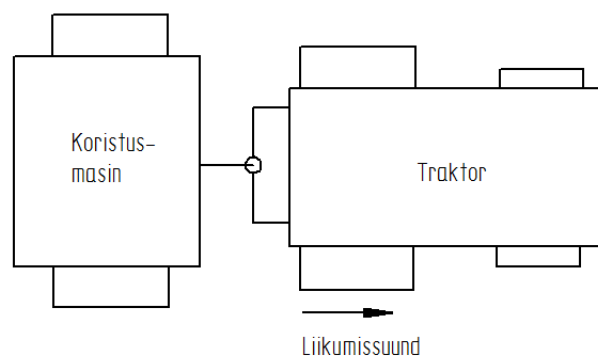
Küll aga on antud haakelahenduse puhul positiivseks asjaoluks, et koristamata taimedest ei sõideta üle. Haakelahenduse põhimõtteskeem on toodud joonisel 2.1.



Joonis 2.1 Koristusmasin rippes traktori ees

Koristusmasin haakes veomasina taga keskel. Suurimaks puuduseks selle haakelahenduse puhul on, et traktoriga sõidetakse koristamata taimedest üle ja see võib tekitada arvestatavat saagikuse kao.

Selle lahenduse headeks külgedeks võib lugeda, et masina raskus jaotub haakeseadme suhtes võrdselt ja seega on võimalik projekteerida ratasteta koristusmasin haakeseadme rippesse. Ratasteta koristusmasin annaks jällegi eelise, sest lisarattapaari alla põllul jääb küllaltki suur hulk taimi ning see omakorda vähendab saagikust. Haakelahenduse põhimõtteskeem on toodud joonisel 2.2.

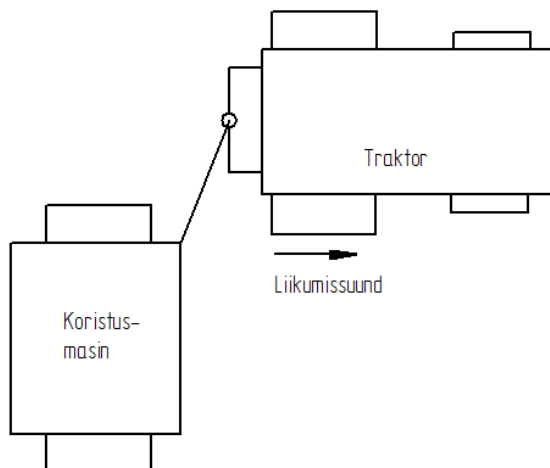


Joonis 2.2 Koristusmasin haakes veomasina taga keskel

Koristusmasin haakes veomasina taga paremal küljel. Antud lahenduse puhul tekitab probleeme asjaolu, et masinat on põllul mugav kasutada, siis teedel sõites ei ole võimalik sellist haakelahendust kasutada. Seega peaks antud haakelahendus võimaldama kas ümber seadistamist selliselt, et masin oleks haakes veomasina taga või siis oleks masinal kaks eraldiseisvat haakevõimalust, üks siis transpordi tarbeks ning teine töö tarbeks. Küll oleks

ka võimalus koristusmasinat põldude vahel transportida treileril, aga see vähendaks kasutusmugavust ja oleks vägagi ebapraktiline.

Selle lahenduse headeks omadusteks on, et masinistil on võimalik hästi jälgida masina tööd ning traktor ei sõida oma ratastega maha koristamata taimi. Haakelahenduse põhimõtteskeem on toodud joonisel 2.3.



Joonis 2.3 Koristusmasin haakes veomasina taga paremal küljel

2.1.2. Koristusorgani tehniline lahendus

Peatükis leitakse arutluse teel leida millisel viisil oleks võimalik kummelikoristusmasina koristusorganit täiendada ja parendada. Tuuakse ära lahenduse kirjeldust ning leitakse ka lahenduste võimalikud tugevad ja nõrgad küljed.

Koristusorgani pöörlemissuund. Koristusorgani pöörlemissuunaks saaks valida pärisuunas või vastusuunas pöörlemise. Pärisuunas pöörlemine tähendaks, et koristusorgan pöörleks samas suunas veomasina rataste pöörlemise suunale. Vastusuunas pöörlemine aga, et koristusorgan pöörleks veomasina ratastega vastassuunas.

Pärisuunas pöörleva koristusorgani puhul toimub õisikute koristamine koristusmasina liikumisega vastassuunas. Sellest tulenevalt surutakse taimed koristusorgani alla.

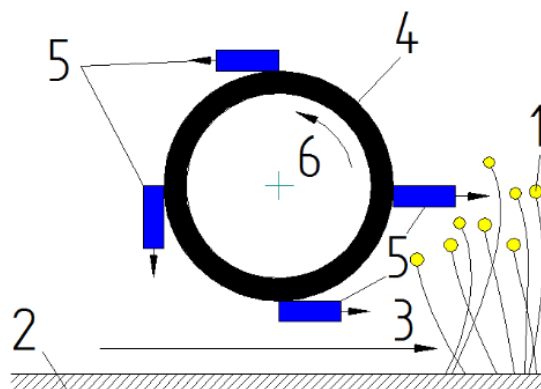
Vastusuunas pöörleva koristusorgani puhul toimub õisikute koristamine koristusmasina liikumisega aga samas suunas. Seega juba piide vahele haaratud õisikut aitab otsast rebida

mitte ainult koristusorgani pöördliikumine vaid ka koristusmasina enda liikumine. Ka annab eelise see, et koristusorgani alla jäävad vaid need taimed, mille õisikud on juba koristatud. Arutlusest tulenevalt leitakse, et koristuskammidega koristusorganile on parem valida vastusuunas pöörlemine.

Muutuva koristuskammi töö- (ataki) nurk. Muutuva töönurga alla mõeldakse seda, et koristuskammid pole jäigalt fikseeritud koristushaspli külge vaid lahendus võimaldab koristuskammi nurga muutumist sõltuvalt koristushaspli pöördenurgast.

Kammi nurk muutub vastavalt, et kamm oleks koristusfaasis õisikute suhtes risti. Antud lahendus peaks tagama, et kammi vahele jõuab võimalikult palju õisikuid ja õisikute taime küljest rebimine nõuab võimalikult väikest jõudu. Antud lahendus võimaldab kammile anda mitte ainult õige koristusnurga vaid ka keerata koristuskamm õige nurga alla näiteks jääkvarreosade lõikeseadme suhtes või ka korjekammide puhastusharja suhtes.

Muutuva nurgaga koristuskammide lahenduse põhimõtteskeem on toodud ära joonisel 2.4. Joonisel on ära toodud neli koristuskammi asendit ühe korjehaspli täispöörde vältel. Idee kohaselt võiks kamm alumisest, maapinnale kõige lähemast asendist veerandpöörde vältel hoida ennast maaga paralleelsena, mis peaks tagama, et koristuskammi piide vahele satub võimalikult palju kummeliõisikuid. Järgneva veerandpöörde vältel pööraks aga koristuskamm ennast taas algasendisse tagasi ning püsiks selles asendis kogu ülejäänud pöörde vältel.

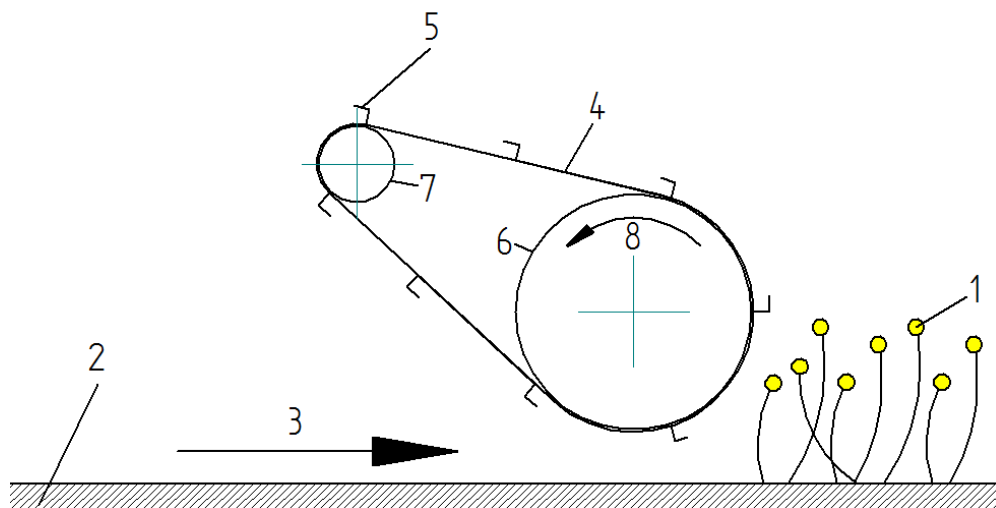


Joonis 2.4 Muutuva koristuskammide nurgaga korjehaspel: 1-kummelitaimed; 2-maapind; 3-koristushaspli pöörlemissuund; 4-koristushaspel; 5-koristuskammid 6-koristusorgani pöörlemissuund.

Koristuskammid kaldtransportööril. Antud lahendus tähendaks seda, et pole eraldi kogurit vaid kaldtransportöör ja kogur oleks kombineeritud (Joonis 2.5) ning see lahendus muudaks koristusmasina kompaktsemaks, millest tulenevalt oleks masina gabariidid väiksemad. Ka oleks vähem erinevaid detaile ja ülekandeid, mis omakorda muudab masina ehituse lihtsamaks ja odavamaks. Lahenduse puhul omaks tähtsat rolli kaldtransportööri valik.

Kui valida sarnane lahendus, siis kaldtransportööri pikkuse tõttu peaks sellise lahenduse puhul kasutama rohkem korjekamme kui tavalise koguri puhul. Ka on lahenduse puuduseks, et kogumiskasti suurusest sõltub, kui pikk transportöörlint on tarvis valida. Kompaktsuse saavutamiseks peab ka kogumiskasti ehitama suhteliselt väikse, mis omakorda eeldab tihedamat kogumiskasti tühjendamist. Eelnevalt toodu põhjal võib väita, et kannatab koristuskiirus.

Lahendus peaks andma eelise, sest õisiku korjeorganilt kaldtransportöörile liikumise käigus võib tekkida mõningane kadu, mida selle lahenduse puhul aga välditakse.



Joonis 2.5 Koristuskammid kaldtransportööril: 1-kummelitaimed; 2-maapind; 3- koristusmasina liikumissuund; 4-kaldtransportöör; 5- koristuskamm; 6-eesmine rootor; 7-tagumine rootor; 8-rootori pöörlemissuund.

2.1.3. Õisikute kogumiskasti tühjendamine

Koristusmasina kasutusmugavuse juures on oluline osa ka kogumiskasti tühjendamisel. Et see mõistlikult lahendada, pakub autor erinevaid meetodeid kuidas antud probleemi oleks võimalik lahendada ja leiab erinevate meetodite eelised ja puudused.

Tühjendamine frontaallaaduriga. Üheks lahenduseks kogumiskasti tühjendamisel oleks, et kogumiskastil on vastavad kiirkinnitused, mis võimaldavad kogumiskasti kinnitamist frontaallaaduri külge ja frontaallaaduriga on kogumiskast võimalik koristusmasinalt eemaldada ning tühjendada soovitud kohta. Suureks miinuseks selle lahenduse puhul on, et koristamise juures peab pidevalt olema frontaallaadur, mida aga ei pruugi kõigil kummelikasvatajatel olla, kes soovivad kummelikoristusmasinat kasutada ning selle soetamine nõuab täiendavaid kulutusi. Positiivne on, et kogumiskastile on küllaltki lihtsalt võimalik vajalik kinnitus ehitada.

Tühjendamine haagise abil. Järgmiseks lahenduseks võiks olla, et kogumiskast puudub, vaid masin on suuteline ise transportima kogutud õisikud haagisele, mis on veel omakorda koristusmasina külge haagitud. Antud lahendus eeldab, et lisaks koristusmasinale veetakse veel ka haagist. Haagis omakorda aga sõtkub maha kasvavat taimestikku ning ka haagisega manööverdamine põllul oleks suhteliselt tülikas.

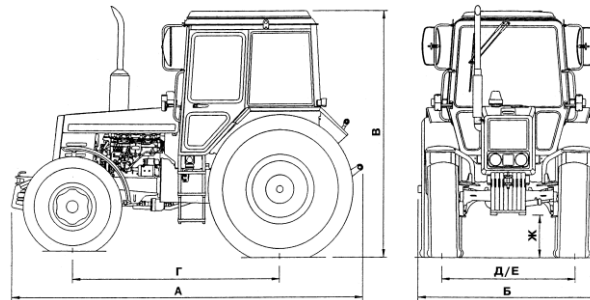
Kogumiskasti kallutusmehhanism. Kogumiskasti tühjendamiseks saaks kasutada ka vastavat kogumiskastile lisatud kallutusmehhanismi. Saaks seda lahendada näiteks hüdraulilise kallutusmehhanismiga. Eeliseks oleks, et kallutusmehhanismi kasutamine oleks kiire ja mugav viis kogumiskasti tühjendamiseks.

Kogumiskasti tühjendamine käsitsi. Tehnilisest aspektis lihtsaim meetod õisikute kogumiskasti tühjendamiseks oleks käsitsi tühjendamine. Käsitsi tühjendamise võimalused oleks siis, kas laaditakse kogumiskasti sisu ümber, või on kogumiskast võimalik raamilt eemaldada ja see siis käsitsi tühjaks kallutada. Ümber laadimise varianti kasutades peaks kogumiskasti lahendus võimaldama selle hõlpsasti tühjaks laadimist. Kui aga kasutada käsitsi tühjaks kallutamist, siis ei tohiks kogumiskast olla väga suur, sest vastasel juhul ei jõua teda lihtsalt tõsta.

3. KORISTUSMASINA PROJEKTI OSA

3.1. Traktor MTZ 82.1

Traktor, mille parameetreid kummelikoristusmasina projekteerimisel kasutan on MTZ 82.1 (Joonis 3.1). Valik kasutada just selle traktori parameetreid (Tabel 3.1) tuleneb sellest, et MTZ tüüpi traktorid on Eestis suhteliselt laialt levinud. Traktor on piisavalt võimekas erinevate tööde jaoks ja ka traktori hoolduskulud on suhteliselt madalad. Ka on võimalik traktori ja tema parameetrite kohta leida kummelikoristusmasina projekteerimiseks vajalikku informatsiooni.



Joonis 3.1 Ratastraktor MTZ 82.1 [12]

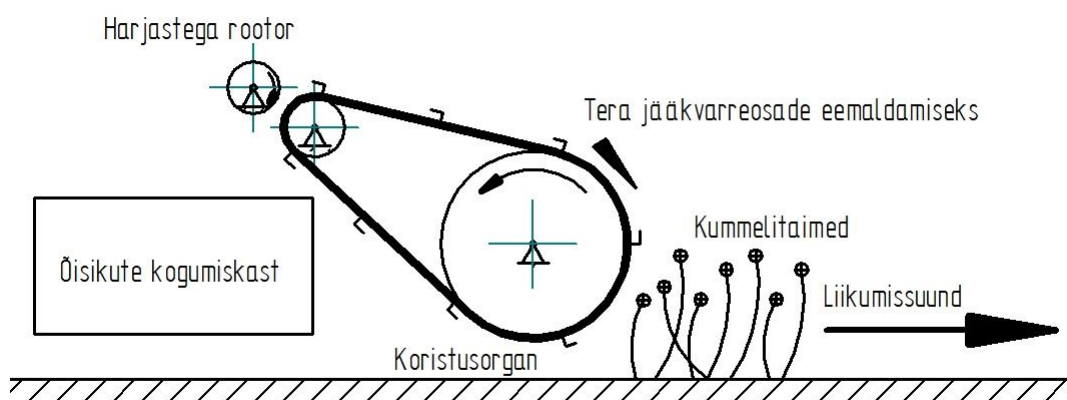
Tabel 3.1 Ratastraktori MTZ 82.1 andmed [12]

Kirjeldus	82.1
1. Pikkus, mm	4120
2. Laius, mm	1970
3. Kõrgus, mm	2800
4. Telgede vahe, mm	2450
5. Rataste laius taga, mm	1350/2050
6. Rataste laius ees, mm	1430/1990
7. Kliirens, mm	465
8. Mootori võimsus, kW	57,4
9. Tagumine jõuvõtuvõll, rpm	
I aste	540
II aste	1000

3.2. Koristusmasin

Koristusmasina juures kõige tähtsamaks on koguri tehniline lahendus. Kuna töö eesmärgiks on arendada kummelikoristusmasin väikekasvatajale, siis sellel eesmärgil projekteeritav koristusmasin oleks traktori haakes veetava koristusmasin.

Peatükis, mis rääkis teekummeli koristusprintsiipidest on välja toodud erinevad tehnilised lahendused kummeliõisikute koristamiseks. Antud töös projekteeritava masina juures kasutatakse kammkoristuse põhimõtet ning seda järgnevalt toodud põhjustel. Esimeseks põhjuseks, miks antud lahendus valitakse on see, et kammkoristuse puhul võimalik koristuse käigus kaasa rebitud varreosade eemaldamine vastava lõikeseadeldise abil. Varbrootori puhul oleks seda probleemi lahendada märgatavalt keerulisem. Masina põhimõtteskeem on toodud ära all oleval joonisel. (Joonis 3.2)



Joonis 3.2 Koristusmasina põhimõtteskeem

Õisikutekoguriks on transportöörlint, mille külge kinnituvad korjekammid. Ka käitub kogur ühtlasi ka kaldtransportöörina. Rootori pöörlemissuund on vastasuunaline, mille leidis autor eelnevas peatükis olevat sobivama, kui pärisuunas pöörlemise. Koristamine toimub põhimõttel, et pöörleva kammi piide vahele haaratakse kaasa kummeli õis, mis rebitakse otsast. Rebenemine toimub varre kõige nõrgema koha pealt. Seetõttu võib juhtuda, et

rebitakse kaasa ka teatava pikkusega varreosa, seega oleks tarvis lisada korjerootori kohale nende varreosade lõikamiseks vastav lõikeseadeldis.

Peale jääkvarreosade lõikust transporditakse kummeliõisikud kogumiskasti. Et välistada olukord, kus õisikud jäävad korjekammide vahele kinni on vajalik lisada harjastega rootor, mis aitab puhastada korjekamme sinna kinni jäänud õisikutest. Et seadeldis töötaks eesmärgipäraselt peaks harjaste liikumise kiirus peaks olema suurem kammipiide liikumiskiirusest ning pöörlemissuund vastupidine koristusorgani pöörlemissuunale. Liikumiskiiruste erinevuse tõttu lükkabki harjastega rootor kammipiide vahelt õisiku lahti, mis seejärel saab kukkuda õisikute kogumiskasti.

3.2.1. Koristuskamm

Hea koristuskvaliteedi saavutamisel omab kriitilist rolli korjekamm. Korjekammi tähtsateks parameetriteks on kammipiide vahe. Piide vahe peab olema piisav, et oleks võimalik kummelivars sinna vahele haarata. Mõõtmised on näidanud, et erinevate kummelitaimede varte ristlõikepindala varieerub vahemikus $0,3...2 \text{ mm}^2$ [10]. Seega maksimaalse ristlõikepindala korral on varre läbimõõduks 1,6 mm. Sellest tulenevalt valin kammipiide vaheks 4 mm, mis peaks jätma piisavalt ruumi ja peaks tagama ka selle, et liikumise käigus ei haarataks varte küljest kaasa lehti. Ka peaks valitud läbimõõt tagama selle, et õisikut ei rebita läbi piide vahe, sest õiepõhja enda läbimõõt on kirjandusallika kohaselt minimaalselt 10 mm [10]. Ka on kammipiide vahede tagumine osa projekteeritud ümardusraadiusega.

Kammi laiusest sõltub, kui suur on masina võimalik koristuslaius. Kuna tegemist on traktori haakes veetava koristusmasinaga siis võiks koristuslaius olla keskpärane. Laiem koristuslaius sobib pigem koristuskombainidele ja kitsam laius koristuskärudele. Leian, et sobivaks koristuslaiuseks selle masina puhul võiks olla 1500 mm. Koristuskiirus oleks ligikaudu 2-3 km/h. Seega 1 ha koristuseks, kui koristada 50% efektiivsusega, kulub 5-7 h. Efektiivsuse all mõeldakse, et 50% ajast kulutatakse koristamisele ja ülejäänud osa ajast rikete kõrvaldamiseks, kogumiskasti tühjendamiseks, masina manööverdamiseks ja teisteks koristamisega seotud tegevusteks.

Kammi enda materjali paksuseks valin 3 mm ning kammi saab valmistada lehtterasest. Kammi ühe pii laiuseks on 8,5 mm ja piide arv kammil 120 (Lisa 7). Need parameetrid peaksid tagama piisava tugevusvaru kammile ja optimaalsed koristusparameetrid. Taime varre kammipiide vahele liikumise parandamiseks on kammipiid otsast kitsamad, mis muudab pii vahe otsast suuremaks ja see omakorda peaks tagama parema koristusefekti. Veel võiks kaaluda ka piide vahede tagumise osa teritamist, mis võiks anda teatava lõikeefekti ning see omakorda peaks vähendama kogurile mõjuvaid jõudusid.

3.2.2. Kummelikogur

Kummelitaime kõrgus jääb vahemikku 5-50 cm [3]. Nendest mõõtudest tulenevalt võib väita, et koristusorgani läbimõõt peab olema suhteliselt suur, et oleks võimalik koristada õisikuid erinevatelt kõrgustelt.

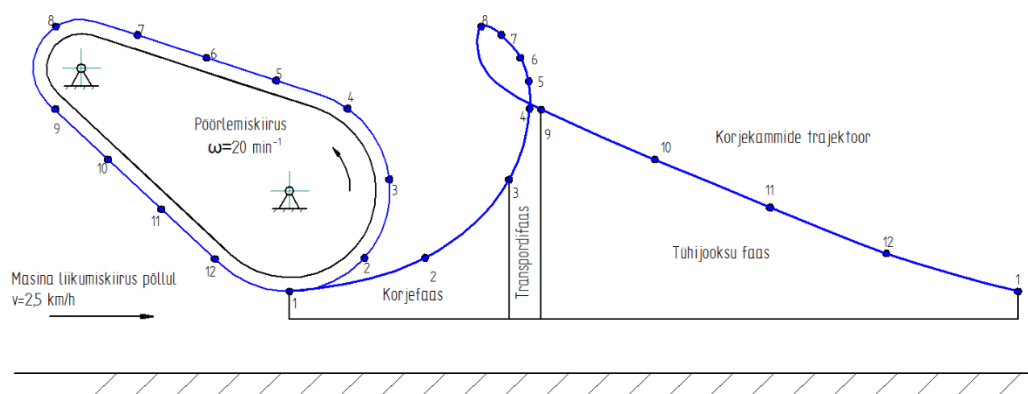
Teise lahendusena võib kasutada koristuskõrguse reguleerimist vastavalt taimede kõrgusele. Kõrgust reguleerib siis kas traktorist oma äranägemise järgi või teeb seda automaatika. Kasutades koristuskõrguse reguleerimist saame vähendada koguri mõõtmeid. Koguri mõõtmeid saame vähendada tulenevalt sellest, et põllul lähestikku kasvavad taimed on ligikaudselt sama kõrged küll aga varieeruvad taimede kõrgus põllu erinevates osades [10]. Ka saame sellest tulenevalt vähendada transportörlindi pikkust ning sama korjetiheduse saavutamiseks vähendada korjekammide hulka. Koristusorgani kõrguse reguleerimise lahendust käsitletakse peatükis 3.3.

Eelnevalt sai leitud, et tarvis oleks koristusorganile lisada veel ka kaasarebitud varreosade eemaldamiseks lõiketera ja kammi puhastamiseks õisikutest hari.

Selle põhjal võiks valida projekteeritava koguri eesmise trumli läbimõõduks 500 mm.

Allikate väitel võib kammkoguri pöörlemiskiirus olla kuni 50 p/min või kammi lineaarne liikumiskiirus kuni 1 m/s, aga praktilistest kaalutlustest lähtudes võiks see jääda 20-35 p/min juurde [7]. Selle info põhjal leiab autor, et käesoleva masina koguri pöörlemiskiirus võiks jääda 20 p/min juurde ja masina liikumiskiiruseks põllul 2,5 km/h. Nende andmete põhjal

koostati graafilist meetodit kasutades korjekammide trajektoord koguri ühe pöörde ulatuses (Joonis 3.3).



Joonis 3.3 Ühe korjekammi trajektoor koguri täispöörde vältel.

Transportöörilindiks valiti kummilint tüüpi, mida on võimalik osta väga erinevate laiustega ja sobib erinevate tehniliste lahenduste tarbeks. Kuna koguri lahenduse tüübiks valiti tootearenduslikus osas välja pakutud lahendus, kus korjekammid on kinnitatud transportöörilindile. Sellest tulenevalt valitakse lindi pikkuseks 2525 mm. Eelnevas arutelus sai ka leitud sobilik pöörlemiskiirus, millest tulenevalt arvutati lindi liikumiskiirus, milleks on ligikaudu 0,85 m/s. Pöörlemiskiirusest ja traktori liikumiskiirusest tulenevalt saan leida ka, et tööorgani ühe pöörde vältel liigub traktor edasi 2,1 m. Lindile kinnitatavaks kammide arvuks valiti 8 korjekammi, mis peaks tagama piisava korjetiheduse.

Eesmine rootor veab transportöörilinti. Et tagada koguri pöörlemiskiiruseks 20 p/min peaks arvutuste kohaselt vedava rootori pöörlemiskiiruseks olema 32 p/min.

Kuna transportöörilint aja jooksul venib, siis lisatakse ka pingutusmehhanism. Probleem lahendati selliselt, et eesmine, vedav on fikseeritud ning tagumise, väiksema läbimõõduga rootorit saab liigutada lindi pingutamiseks vastavalt vajadusele (Lisa 9).

3.2.3. Koristuskammi puhastushari

Selleks, et korjatud õisikud jõuaksid korjekammide küljest kogumiskasti oleks tarvis lisada seadeldis, mis aitaks kinni jäänud õisikud korjekammide küljest eemaldada. Selleks tarbeks saab kasutada pöörlevat harja, mis asub korjeorgani tagumises otsas kogumiskasti kohal.

Harja liikumiskiirus peaks olema suurem korjekammi liikumiskiirusest. Pöörlemiskiiruse ligikaudseks arvutamiseks leiti, et pöörleva puhastusharja läbimõõt võiks olla 200 mm. Eelnevalt leitu põhjal liigub transportöörlint 0,85 m/s. Et seade eesmärgipäraselt tööle hakkaks oleks tarvis, et hari liiguks sellest kiiremini. Kiirus võiks olla vähemalt 1,5 korda suurem transportöörlindi liikumiskiirusest ehk ligikaudselt 1,3 m/s. Et seda saavutada peaks harja pöörlemiskiirus olema vähemalt 125 p/min. Pöörlemissuund vastupidine transportöörlindi pöörlemissuunale.

3.3. Koristuskõrguse reguleerimine

Autor leidis, et kvaliteetse koristuse saavutamiseks ning masina kasutusmugavuse suurendamiseks oleks vajalik lisada koristusmasinale seade, mis võimaldaks muuta koristuskõrgust vastavalt taimede kõrgusele.

Antud süsteem saaks olla, kas käsitsi juhitud või siis võimaldab seade koristuskõrguse automaatset reguleerimist.

Koristuskõrguse reguleerimise ulatus tuleks valida vastavalt taimede kõrguste erinevusele. Kirjandusallika väitel võib kummelitaimede kõrgus erinevates põllus osades erineda kuni pool meetrit, siis tuleks ka reguleerimise ulatus valida vastavalt nendele andmetele [10]. Koristusorgani kõrguse füüsiliseks reguleerimiseks saab kasutada hüdraulilist lahendust, kus koristuskõrgust reguleeritakse hüdrosilindrite abil.

Taimede kõrguse tuvastamiseks saaks kasutada näiteks horisontaalselt paiknevate laseritega valguskardinat, mis tuvastaks laserkiire katkemist taimestiku tõttu ja tõstaks kardinat koos koristusorganiga, et saavutada uuesti olukord, kus laserkiire tee oleks andurini vaba. Autor leiab aga, et antud lahenduse kasutamine võib olla raskendatud ja seega süsteemi toimimine küsitav järgnevalt toodud asjaolude tõttu. Koristamise ajal lendab kindlasti ringi tolmu, mis võib häirida valguskardina tööd. Veel võib probleeme tekitada vibratsioon ja masina teatav konstruktsiooni deformeerumine töö käigus. Viimaseks leiab autor, et ka mõned üksikud kõrgemad taimed võivad samuti häirida antud lahenduse toimimist.

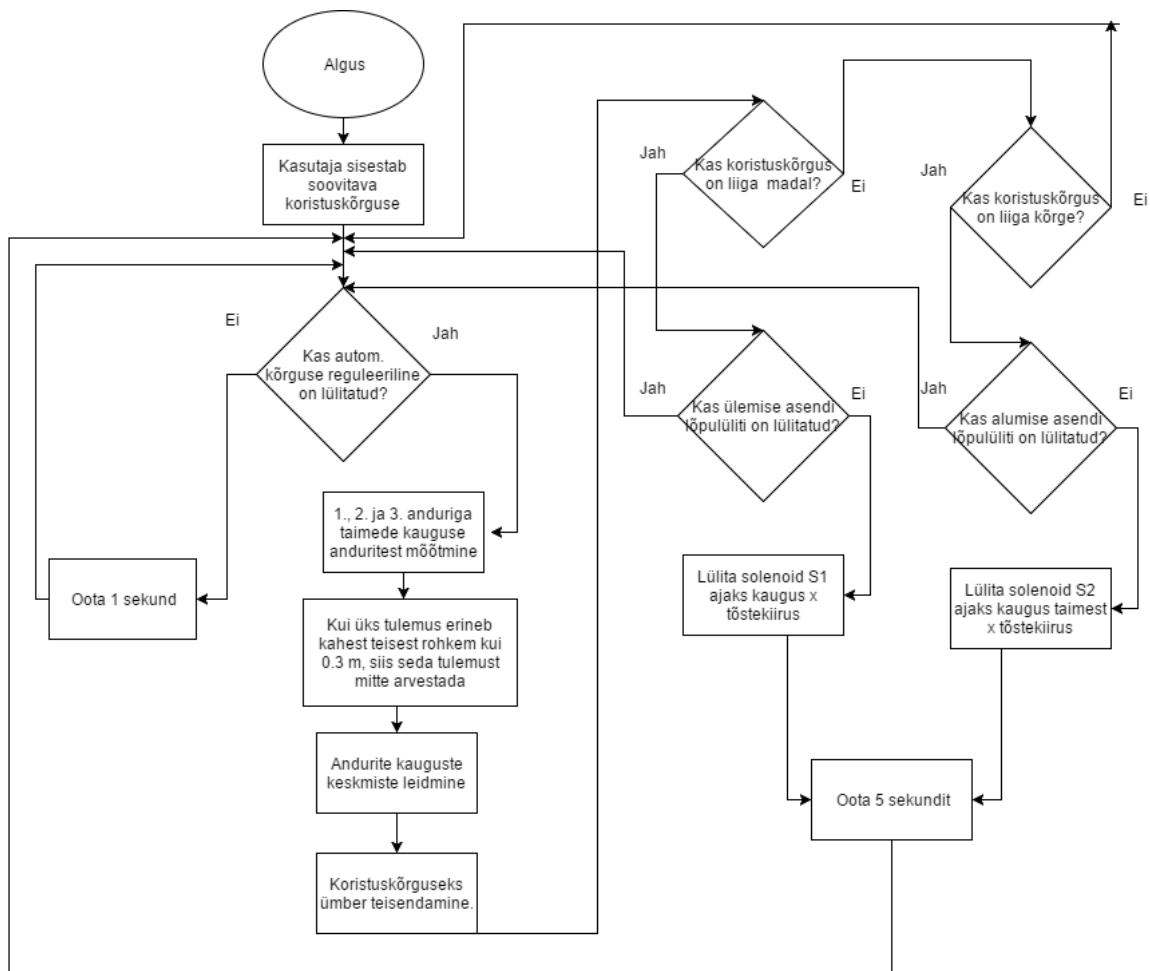
Kuna valguskardin eelnevalt leitud puuduste tõttu ei sobi, siis võiks kaaluda ultraheli andurite kasutamist. Ultraheli andurite kasutamisel ringi lendav tolm süsteemi tööd ei häiriks. Ka vibratsioon ja konstruktsiooni deformeerumine ei tohiks avaldada süsteemi toimimisele suurt mõju. Üksikute kõrgematest taimedest tulenevaid vigasid saaks vältida, kui kasutada rohkem kui ühte andurit. Antud lahenduse puhul oleks mõistlik kasutada 3 andurit, 2 paikneksid äärtes ja üks keskel.

Antud kõrguse reguleerimise süsteemi peaks olema kasutatav peale automaatjuhtimise ka käsijuhtimise režiimil. Kasutada näiteks siis kui sõidetakse koormat maha laadima või ka muudel juhtudel, kus pole võimalik automaatset koristuskõrguse reguleerimist kasutada. Alumisse ja ülemisse asendisse peaks lisama lõpulülitid, et kontrolleri saaks aru, millal võib koguri tõstmise või langetamise lõpetada.

Ka peaks kontrolleri arvestama mõningate mõõtmisel tekkivate vigadega. Süsteem võiks seda teha selliselt, et kolmelt andurit saadud andmeid võrreldakse omavahel ja kui üks nendest andmetest erineb kahest eelnevast liiga palju, siis edasises loogikas vigase mõõtmistulemusega ei arvestata.

Koristuskõrgus, mida antud süsteem peaks hoidma võiks olla traktoristi poolt koristamise alguses määratav ning töö käigus muudetav

Ilmselt pole ka vajalik koristuskõrgust pidevalt muuta, vaid piisab sellest, kui seda teha 5 sekundiliste vahedega. Koristamiskiiruse 2,5 km/h juures liigub masin selle aja jooksul põllul edasi ligikaudu 4 meetrit. Kontrolleri loogikaskeem on toodud joonisel 3.4.



Joonis 3.4 Koristuskõrguse reguleerimise loogikaskeem

Kõrguse reguleerimise süsteemi prototüübi ehitamiseks saab kasutada ultraheli andurit HC-SR04, mille parameetrid on toodud Tabelis 3.2 ning kontrolleri Arduino Mega.

Tabel 3.2 Ultraheli andur HC-SR04 parameetrid [14]

Kirjeldus	Parameeter
1.Nimipinge	DC 5V
2.Nimivool	15mA
3.Töösagedus	40 kHz
4.Maksimaalne tööulatus	400cm
5.Minimaalne tööulatus	2cm

3.4. Koristusmasina ajami valik

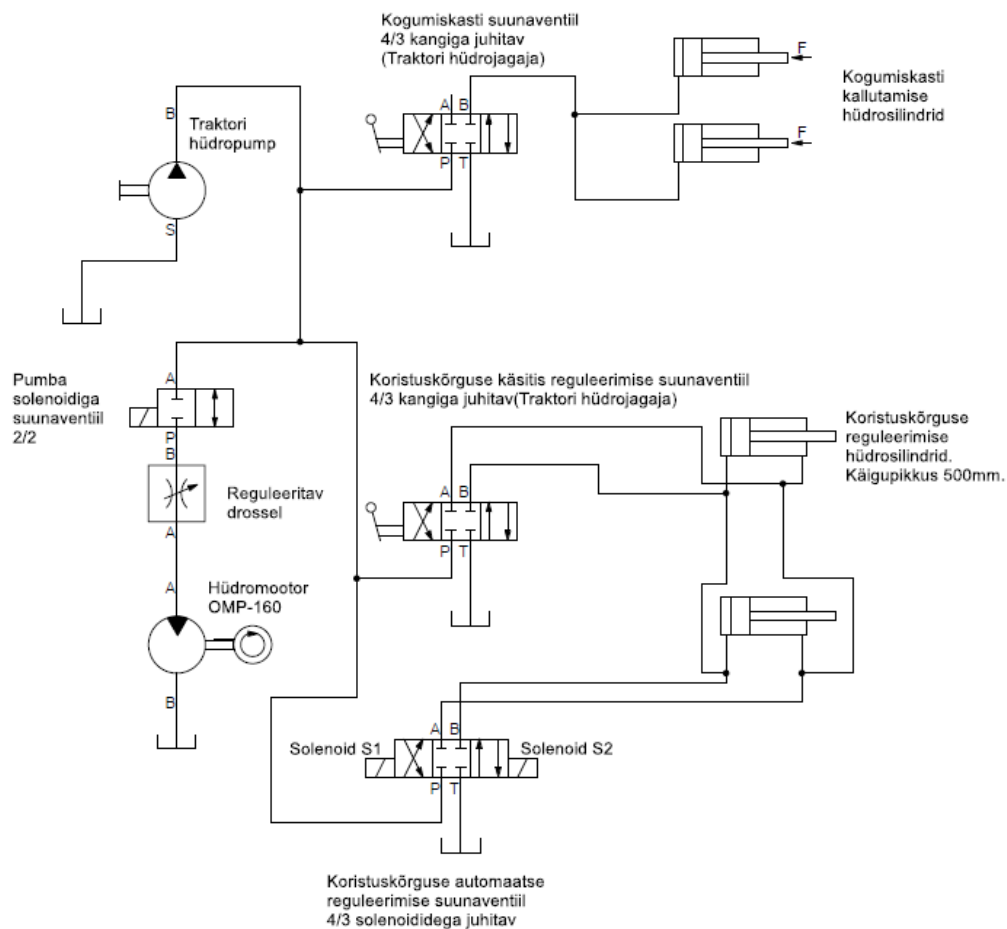
Järgnevat on ära toodud koristusmasina ajami võimalikud variandidid ning nende kasutamist analüüsitud ning valitud välja nendest sobivaim antud projekti tarbeks.

Elektirajam puhul on heaks omaduseks, et ajami pöörlemiskiirust saab täpselt mõõta ja vastavalt vajadusele lihtsasti reguleerida. Seda omadust võib tulla tarvis juhul kui eelpool valitud tööorgani pöörlemiskiirus ei peaks sobima. Suureks puuduseks on see, et ajam peaks olema suhteliselt suure võimsusega ja kindlasti traktori generaator vajalikku hulka elektrienergiat ei suuda toota. Et probleemi lahendada peaks lisama generaatori, mis kasutab sisendina näiteks traktori jõuvõtuvõllilt saadavat energiat. Antud lahendus muutub aga seetõttu ehk liialt kulukaks ja seega on ka majanduslikult ebaotstarbekaks.

Traktori jõuvõtuvõllilt käitatav ajam oleks kindlasti lahendus, mis on põllutöömashinade seas kõige laiemalt kasutatud. Üks põhjus, miks kardaanülekanne mitte valida, on asjaolu, et koristusmasin asub traktori taga paremal küljel, mille tarbeks on vajalik suhteliselt keerukas ülekandelahendus.

Hüdroajamit saaks antud ülesandeks kasutada suhteliselt edukalt. Ajami käitamiseks saab kasutada traktori hüdropumpa. Hüdroajam võimaldab saavutada madalamaid pöörlemiskiirusi võrreldes kardaanajamiga ning ajami paigutamisel koristusmasinale on ka suurem valikuvabadus. Kindlasti on aga hüdraulilise ajamiga süsteemi ehitamine kulukam.

Lähtudes eeltoodud arutlusest valin antud koristusmasina ajamiks hüdromootori. Hüdromootorit käitab traktori hüdropump. Teades, et antud MTZ 82.1 hüdropumba tootlikkus on 45 l/min ja nominaalrõhk süsteemis 160 bar on võimalik leida pumba valikuks vajalikud parameetrid [12]. Joonisel 3.5 on ära toodud ka koristusmasina võimalik hüdraulikaskeem, mis on koostatud keskkonnas Bosch Rexroth Scheme Editor 6.



Joonis 3.5 Koristusmasina hüdraulikaskeem

Ühe kummelitaime rebimiseks maksimaalne jõud, mis on katsete käigus mõõdetud on 5 N [10]. Kui oletada, et korraga rebitakse 30 taime, siis oleks vajalik jõud 150 N ning see tähendaks, et ajami vajalik pöördemoment koristusorgani 600 mm läbimõõdu puhul peaks olema ligikaudselt 30 Nm. Kui lisada veel ka asjaolu, et taimedest läbi liikumisel avaldavad taimed samuti takistust, siis siis võiks ajami pöördemoment olla olla veelgi suurem ja ulatuda 50 Nm-i.

Andmetele tuginedes valiti firma Sauer Danfoss poolt toodetava hüdmootori mille margiks on OMP 160. Hüdmootori andmed on toodud järgnevas tabelis (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Hüdromootori Saurer Danfoss OMP 160 parameetrid [15]

Kirjeldus	Parameeter
1. Mootori mark	OMP 160
2. Töömaht, cm^3	155.7
3. Maks. kiirus, min^{-1}	385
4. Maks. Pöördemoment, Nm	300
5. Maks. võimsus, kW	10.0
6. Maks. sisendrõhk, bar	175

Hüdromootori pöörlemiskiirus avaldub valemiga [13],

$$n = \frac{V_g \times \eta_v \times 1000}{q_v},$$

kus n - pöörlemiskiirus rpm

q_v - mootori töömaht ühe pöörde kohta cm^3/rev

η_v - mahuline kasutegur

V_g – vooluhulk pumbast l/min

Kasutades eeltoodud pöörlemiskiiruse leidmise valemit eeldades, et süsteemi mahuline kasutegur on 0,9 saadi arvutuste kohaselt ligikaudseks hüdromootori pöörlemiskiiruseks 260 p/min. Kuna saadud pöörlemiskiirus on eeldatavasti liiga kiire, siis võib kasutada drosselit, mis võimaldaks hüdromootori pöördeid vähendada. Eelnevalt leitu põhjal oleks tarvis veorootori pöörlemiskiiruseks ligikaudu 30 p/min ja puhastusharja pöörlemiskiiruseks 125 p/min. Nendele andmetele tuginedes oleks tarvis hüdromootori pöördeid drosseliga vähendada 2 korda ning pumbalt veorootorile oleks ülekandearv 4,5:1. Saadud andmeid saab kasutada edasiseks, et projekteerida vastavad ülekanded puhastusharjale ning koristusorganile.

KOKKUVÕTE

Kummelit leidub looduses mitmeid erinevaid liike, aga ravi seisukohalt on tähtsaim teekummel. Teekummel kasvab edukalt ka Eesti tingimustes. Teekummelist saadavaks droogiks on kummeli eeterlik õli. Kvaliteetset eeterlikku õli saadakse teekummeli õisikuid ja ladvaosi destilleerides.

Kummeli õisikute koristamiseks võib leida erinevaid meetodeid: käsitsi koristamine, koristamine kammkühvlitega, koristuskärude kasutamine, motoplokk-tüüpi koristusmasinate kasutamine, traktori haakes koristusmasinad ning koristuskombainid.

Kummeli õisikute koristusprintsippiidest eristatakse kahte põhilist koristustüüpi: kammkoristus või korjerootoriga koristus. Kammkoristusel saab eristada ka kammi liikumistüüpe: lineaarne kammi liikumine või kammi pöördliikumine. Eristatakse veel ka kaht tüüpi korjerootoreid: varbpiidega korjerootor ning pöörlev harjaste paar.

Kummelikoristusmasinate parendamiseks võib leida mitmeid erinevaid lahendusi.

Kammkoristusel on õisikutekoguri paremaks pöörlemissuunaks vastusuunas pöörlemine. Kummeliõisiku paremaks koristuseks kammkoristusel võib kasutada muutuva nurgaga kammide lahendust. Õisikutekoguri ja kaldtransportööri saab kombineerida, kui kasutada lahendust, kus koristuskammid kinnitatakse transportöörilindi külge, mis muudab koristusmasina kompaktsemaks.

Koristusmasina kogumiskasti tühjendamiseks on võimalik kasutada mitmeid erinevaid meetodeid: tühjendamine käsitsi, tühjendamine haagise abil, frontaallaaduriga tühjendamine ning tühjendamine kasutades vastavat kallutusmehhanismi.

Projekti osas leiti, et parim koristusmasina lahendus kummeli väikekasvatajale on traktori haakes veetav koristusmasin. Sobivaimaks ajamiks sellise haakelahendusega masina puhul leiti olevat hüdmootor, milleks valiti firma Saurer Danfoss poolt toodetav hüdmootor, mille margiks on OMP 160. Koostati ka antud masinale sobiv hüdraulikaskeem keskkonnas Bosch Rexroth Scheme Editor 6.

Ka leiti optimaalsed parameetrid korjekammile, milleks on: laius 1500 mm, piide arv kammil 120, kammipii laius 8,5 mm ning kammi paksus 3 mm ning materjaliks S235 lehtteras.

Masina kasutusmugavuse ja koristuskvaliteedi parendamiseks leiti, et on tarvis lisada koristuskõrguse reguleerimise võimalus. Koristuskõrgust reguleerib automaatikalahendus hüdrosilindrite abil ning kasutab taimede kõrguse tuvastamiseks ultraheliandureid HC-SR04 ja kontrollerit Arduino Mega. Ka on võimalik süsteemi kasutada käsijuhtimise režiimis. Ka koostati koristismasina 3D mudel Solid Edge keskkonnas ning eskiisjoonised on toodud lisades.

Töö alguses püstitatud ülesannetele leiti lahendused ülesandepõhiselt ning ülesannete lahendamine on leidnud piisavat kajastust ka töö sisulises pooles. Seega on töö alguses püstitatud ülesanded on lahendatud ja täidetud ning ka on töö eesmärk saavutatud.

Kuna töö on teoreetilist laadi, siis enne projekti osas toodud koristusorganiga lahenduse ehitamist oleks tarvis viia läbi katseid kas antud koristusorgan annab soovitud koristuskvaliteedi ning kas oleks tarvis lisada mõningaid täiendusi. Katsetuste läbiviimiseks oleks vajalik vastava prototüübi ehitamine.

CHAMOMILE HARVESTER DEVELOPMENT SUMMARY

There are different kind chamomile spices in nature, but best treating effects has german chamomile. German chamomile can grow in Estonia as well. Essential oil can be distilled from german chamomile and used for different illnesses. High quality essential oil can be distilled only from chamomile flower heads.

Different methods can be found for harvesting chamomile flower heads: hand-picking, using comb showels, harvesting with picking carts with or without engine, tractor pulled harvesters and combine harvesters.

Two kinds of principles are used for chamomile harvesting: picking comb and picking rotor. For picking comb two kinds of movements can be differed: linear movement and rotating movement. Also two kinds of picking rotor can be found: rotating pin drum and rotating brush pair.

To improve chamomile harvesting, different methods can be found. For rotating comb, better rotation direction is rotating against the rotation direction of machine wheels. For improving harvesting chamomile flower heads, comb with shifting square can be used. Picking combs can be fixed to conveyor belt to make harvester more compact. To improve comb showels a cutting device and cleaning brush driven by electric motor powered by battery can be used. To empty the flower head collection box, different methods can be used: emptying using trailer, emptying with front loader and using special tilting mechanism.

In harvester project chapter author found that best solution for small size chamomile farm is tractor pulled harvester. Best solution for machine drive found to be hydraulic engine Saurer Danfoss OMP 160. Also hydraulic scheme was drafted using Bosch Rexroth Scheme Editor 6.

Also optimal parameters for picking comb was found: length 1500 mm, number of spikes 120, width of spike 8,5 mm, and can be made out of 3mm S235 sheet metal.

To improve harvester author found that automatic height control system must be added. For height control hydraulic cylinders are used and for height measuring ultrasonic sensors HC-SR04 and controller Arduino Mega can be used. System can be also used in manual mode. Also 3D model of this harvester was drafted in Solid Edge and drafts are shown in appendixes.

Objectives of the research has solved task by task and all objectives has been accomplished. Because this research is theoretical, before building this chamomile harvester, further test and improvements in field conditions are required.

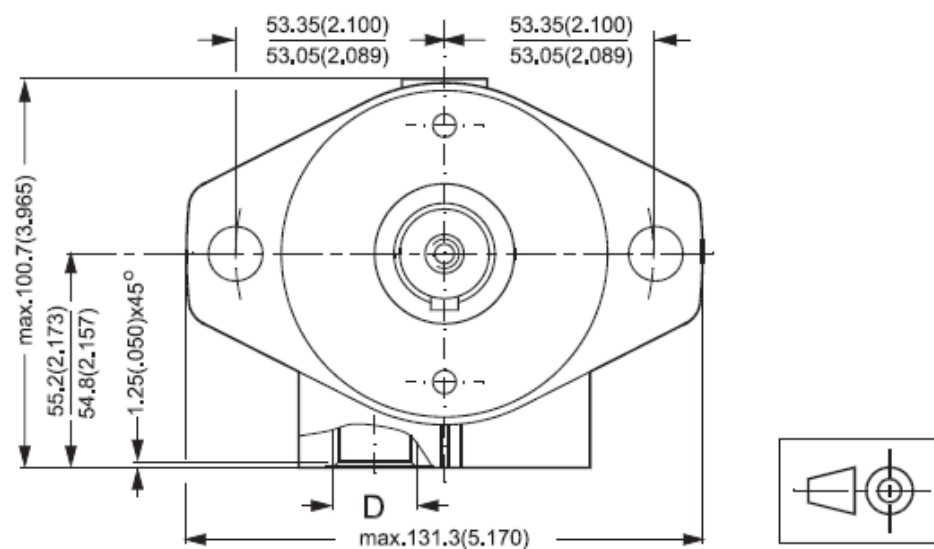
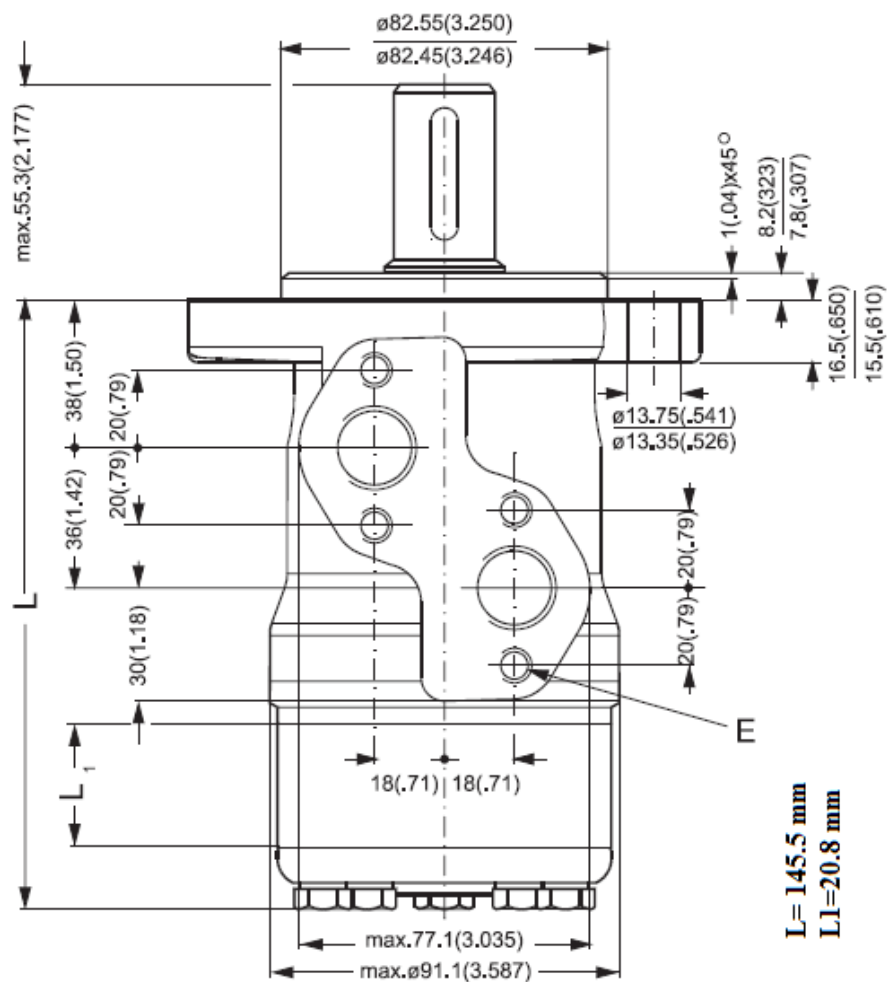
KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Kroom, G.** (2003). Kummeli raviomadused. – Tallinn: Odamees OÜ kirjastus. 112 lk.
2. **Jaskonis, J.** (1978). Teekummeli agrotehnika ja keemiline koostis. – *Aiandus ja mesindus* /Koost. Eesti Aianduse ja Mesinduse Seltsi Tartu Osakond. Tallinn: Valgus. 120-122 lk.
3. **Raal, A.** (2010). Maailma ravimtaimede entsüklopeedia. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus. 187 lk.
4. Maismaa võõrliikide käsiraamat. (2013). /Koost. L.Eek, T.Kukk: Keskkonnaministeerium ja autorid. [on-line]
http://www.envir.ee/sites/default/files/maismaa_voorliigid.pdf (11.08.2016)
5. Flora exsiccata Bavarica. - *Regensburgische Botanische Gesellschaft*.
<http://www.regensburgische-botanische-gesellschaft.de/feb2.php?ID=2368&qtyp=nameautor&g=&sortq=na> (11.08.2016)
6. **Arak, E., Tammeorg, J., Oja, A.** (1978). Teekummeli õisikute vajadus Eestis. Teekummeli saagikust ja kvaliteeti mõjutavad faktorid. – *Aiandus ja mesindus* /Koost. Eesti Aianduse ja Mesinduse Seltsi Tartu Osakond. Tallinn: Valgus. 109-119 lk.
7. **Brabandt, H., Ehlert, D.** (2011) Chamomile harvesters: A review. – *Industria Crops and Products* 812-824 lk. [on-line]
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092666901100077X> (11.08.2016)
8. **Singh, O., Khanam, Z., Misra, N., Kumar, M. Srivastava** (2011) Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview – *Pharmacognosy Reviews*.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3210003/> (11.08.2016)
9. **Surmacz-Magadziak, A., Wieśniewski, J.** (2007) Influence of row spacing on yield and quality of common chamomile [on-line]
<http://www.herbapolonica.pl/app/webroot/magazines-files/6644036-Surmacz-Magdziak%20and%20Wisniewski.pdf> (14.08.2016)
10. **Ehlert, D., Adamek, R., Antje Giebel, A., Horn, H.J.** (2010) Influence of comb parameters on picking properties for chamomile flowers (*Matricaria recutita*) [on-line]
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669010002645> (14.08.2016)
11. Harvest methods (2012) <http://www.medicinalplantsarchive.us/chamomile-flowers/harvest-methods.html> (14.08.2016)

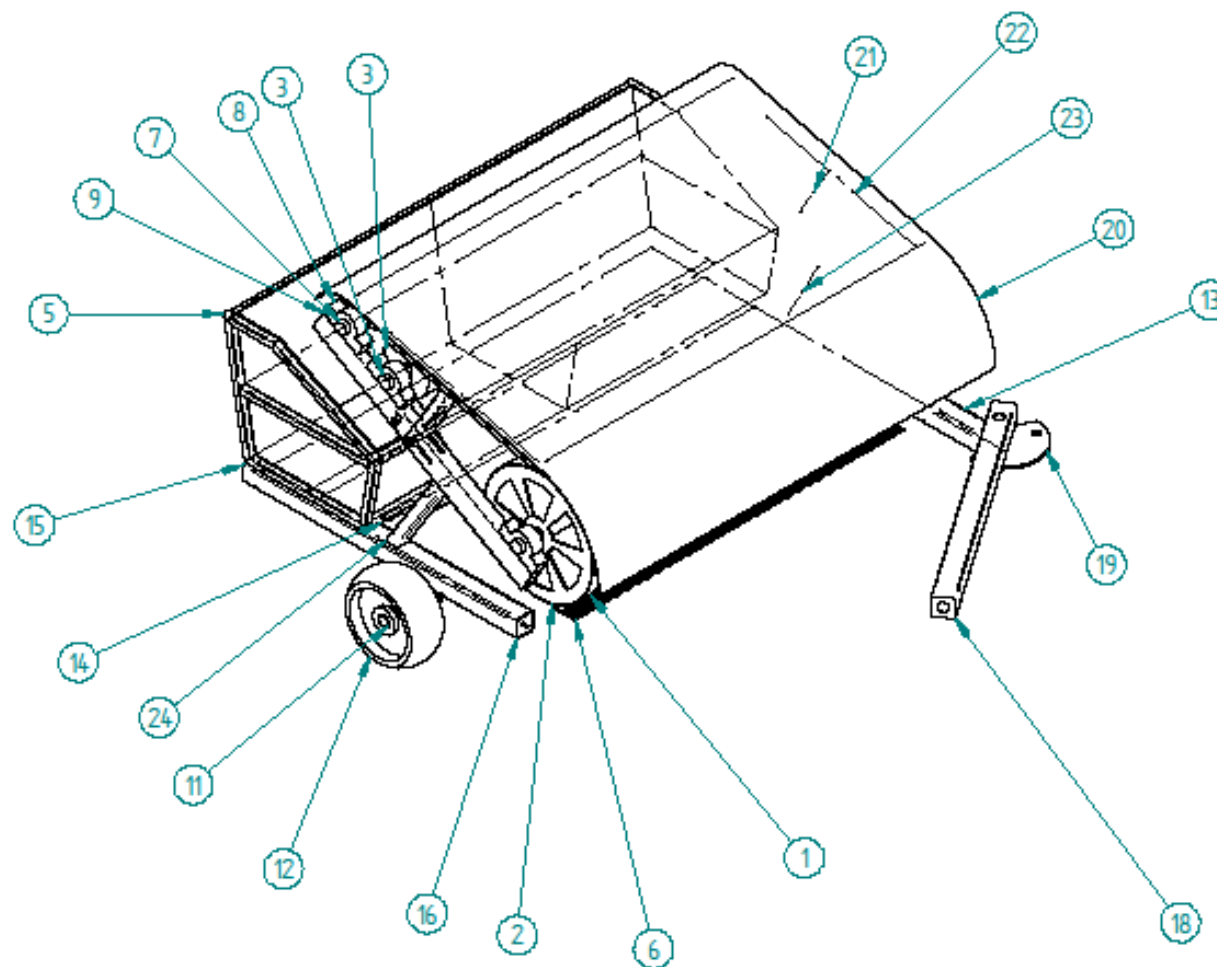
12. Operation and service manual Belarus series 80.1/80.2/82.1/82.2/82P [*on-line*]
http://www.mtzequipment.com/sites/default/files/manuals/80.1_80.2_82.1_82.2_82P_ENG_manual.pdf (16.08.2016)
13. External gear motor High Performance AZMB (2016) Rexroth Bosch Group [*on-line*]
https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/re14027_2016-03.pdf?db=brmv2&lvid=1194080&mvid=12261&clid=1&sid=4D1EA2A9433EB5DEAC51DD133ADD7468.borex-tc&sch=M&id=12261,1,1194080 (16.08.2016)
14. Ultrasonic RangingModule HC-SR04 [*on-line*]
<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf> (19.04.2017)
15. OMP, OMR, OMH and OMEW Hydraulic motor: A wide range of hydraulic motors (2001) Saurer Danfoss [*on-line*] http://www.tot-s.ru/images/_userfiles/File/OMP.pdf (16.08.2016)

LISAD

Lisa 1. Hüdromootori Saurer Danfoss OMP 160 gabariitmõõtmed [15].



Lisa 2. Kummelikoristusmasina koostejoonis



24	Ruutprofiil 50x50x4	TN 17/110243 A 00 14 04 D	1	
23	Ruutprofiil 50x50x4	TN 17/110243 A 00 14 03 D	1	
22	Ruutprofiil 50x50x4	TN 17/110243 A 00 14 02 D	2	
21	Ruutprofiil 50x50x4	TN 17/110243 A 00 14 01 D	2	
20	Kaitsekate	TN 17/110243 A 00 13 D	1	
19	Haakesüsteemi nurga fiksaator	TN 17/110243 A 00 12 D	1	
18	Tiisel	TN 17/110243 A 00 11 D	1	
16	Ruutprofiil 80x80x5	TN 17/110243 A 00 10 04 D	1	
15	Ruutprofiil 80x80x5	TN 17/110243 A 00 10 03 D	1	
14	Ruutprofiil 80x80x5	TN 17/110243 A 00 10 02 D	2	
13	Ruutprofiil 80x80x5	TN 17/110243 A 00 10 01 D	1	
12	Ratas	TN 17/110243 A 00 09 D	2	
11	Ratta kinnitus	TN 17/110243 A 00 08 D	2	
10*	Roorite kinnitus vasak pool	TN 17/110243 A 00 07 02 K	1	
9	Roorite kinnitus parem pool	TN 17/110243 A 00 07 01 K	1	
8	Laagriuk	TN 17/110243 A 00 01 D	6	
7	Puhastushari	TN 17/110243 A 00 06 D	1	
6	Koristuskamm	TN 17/110243 A 00 05 D	8	
5	Korjekast	TN 17/110243 A 00 04 K	1	
3	Veetav rootor	TN 17/110243 A 00 03 D	1	
2	Veorootor	TN 17/110243 A 00 02 K	1	
1	Transportoorlint	TN 17/110243 A 00 01 D	1	

Osa	Väli	Nimetus, materjal	Tahis	Hulk	Markus
-----	------	-------------------	-------	------	--------

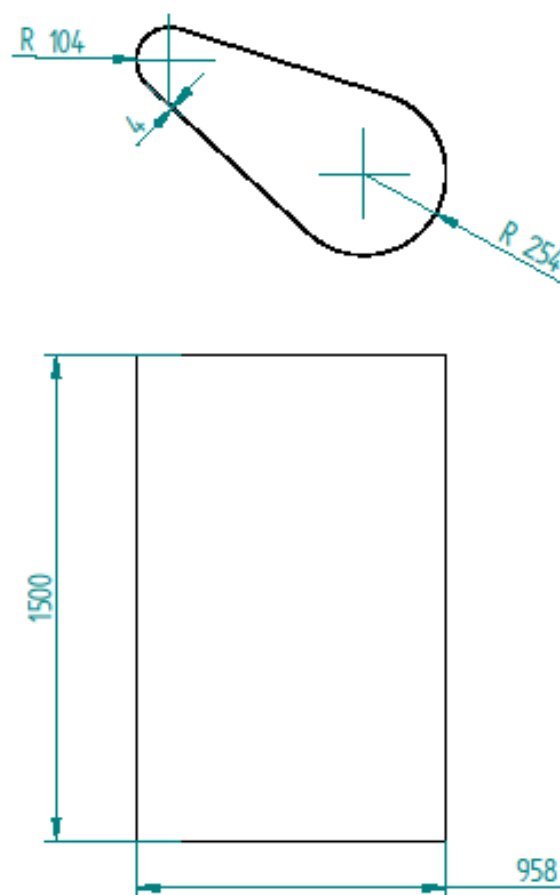
	Materjal	Naitamata piirhalbed	Mass	Moot
				1:20

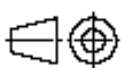

Teostas	Sander Saarniit	Nimetus	Kummelikoristusmasin	
Kontrollis	Lemmik Kais			
Kinnitas				

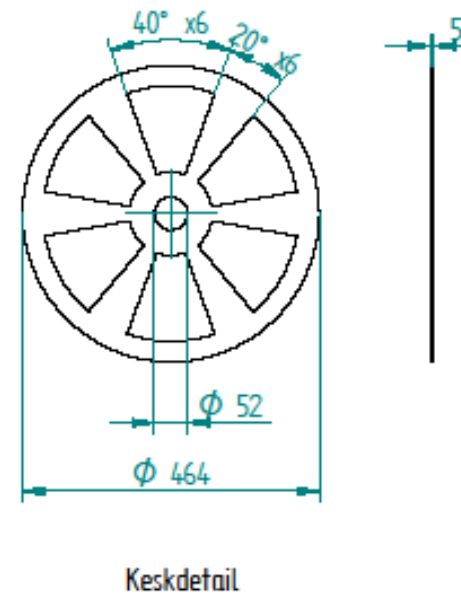
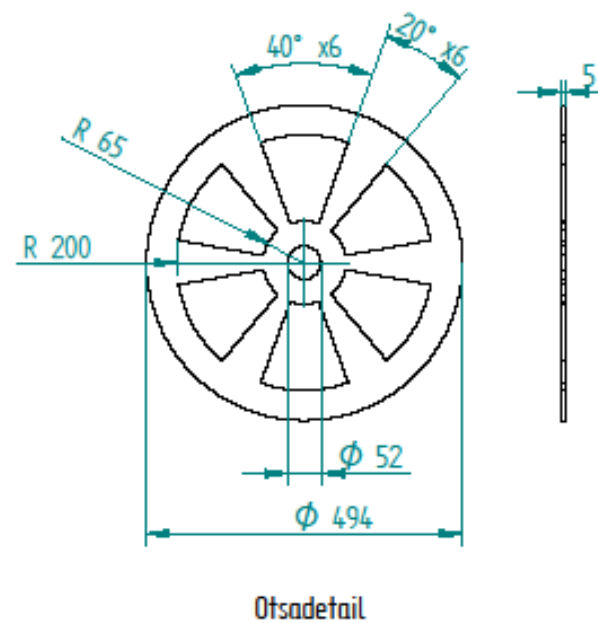
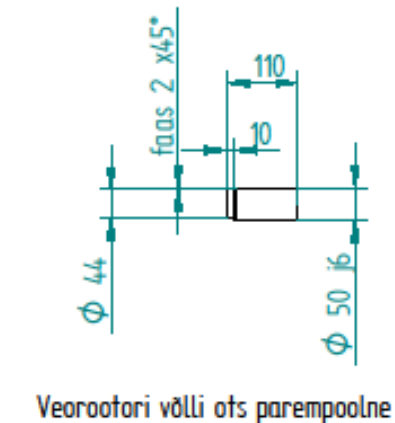
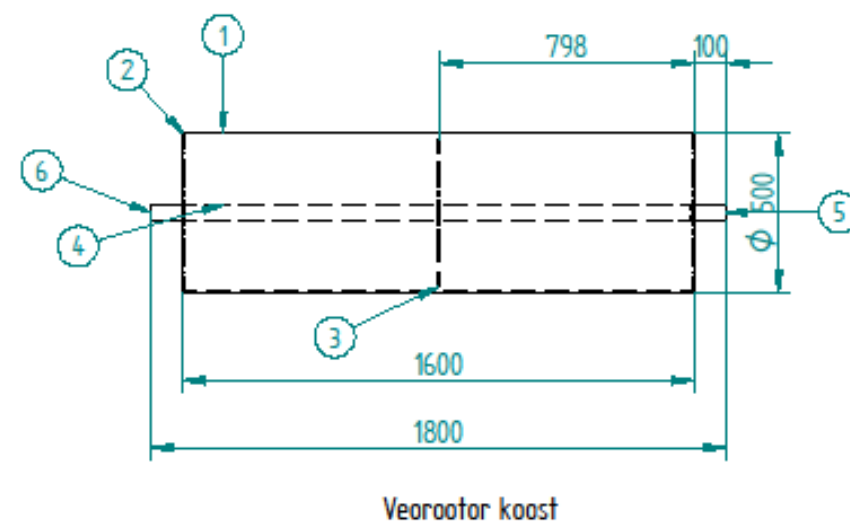
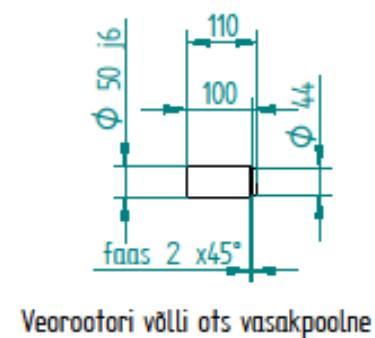
	Eesti Maaülikool	Leht	Tahis	Muudat.
	Läti Maaülikool	1/11	TN 17/110243 A 00 K	



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Lisa 3. Transportöörlindi joonis



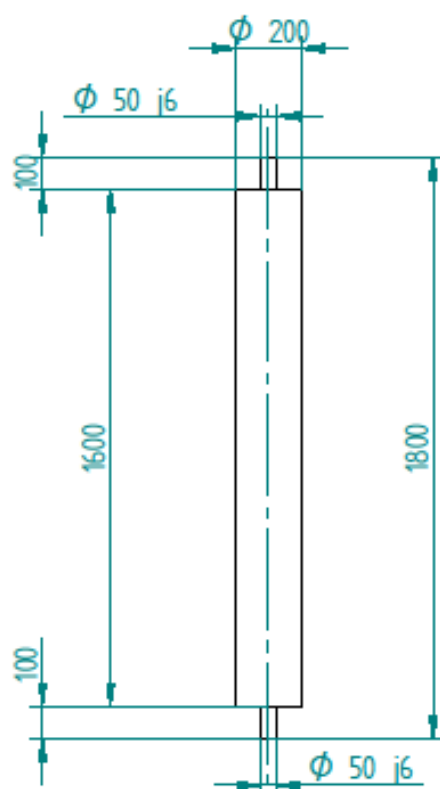
	Materjal:	Nahtamata piirhalbed: ISO 2768 c K	Mass:	Mõõt: 120
Teostas	Sander Saarniit	Nimetus: Transportöörlint		
Kontrollis	Lemmik Kais			
Kinnitas				
 Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences	Leht: 2/11	Tahis: TN 17/110243 A 00 01 D		





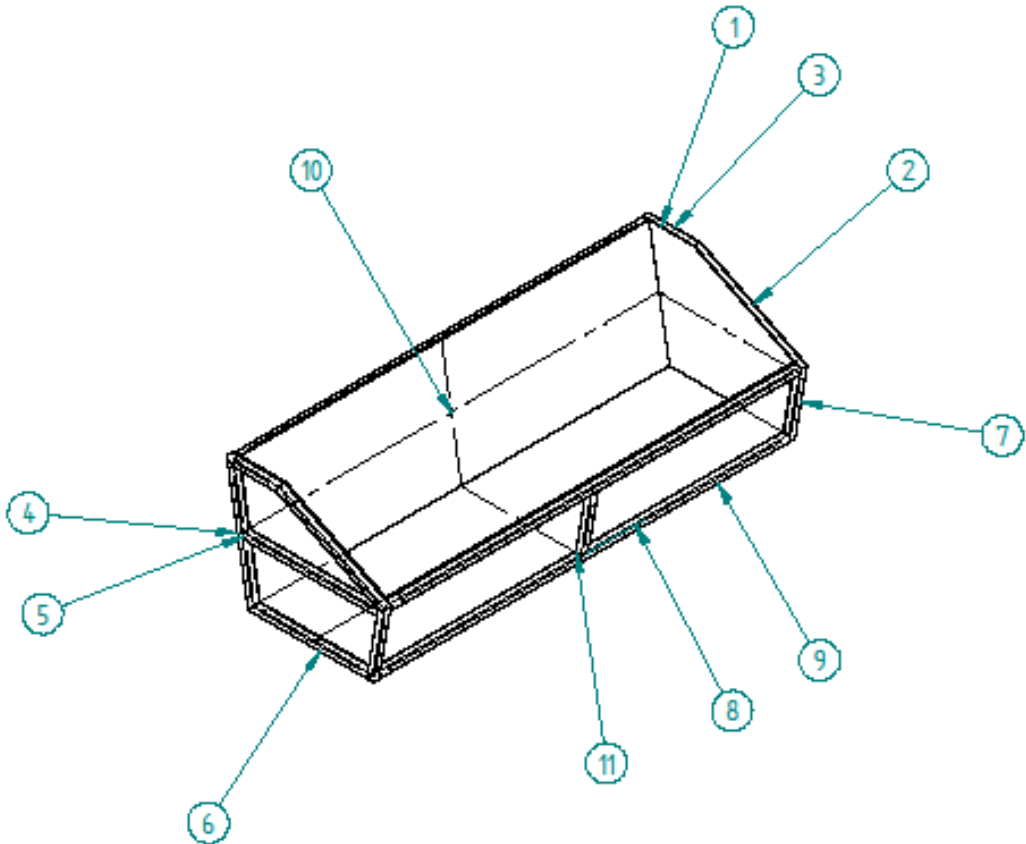
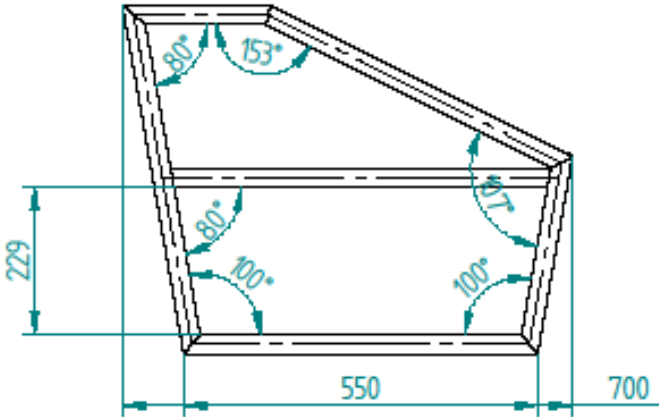
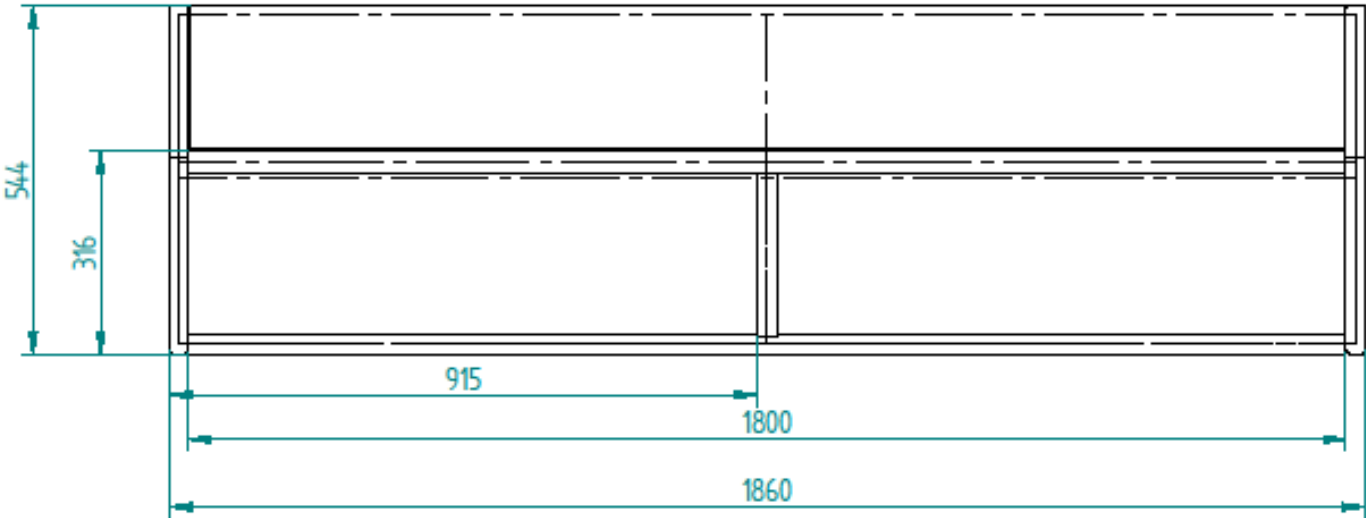
6		Veerootori völli ots vasakpoolne	TN 17/110243 A 00 02 06 □	1	
5		Veerootori völli ots parempoolne	TN 17/110243 A 00 02 05 □	1	
4		Omatoru 50x3x1600	TN 17/110243 A 00 02 04 □	1	
3		Keskdetail	TN 17/110243 A 00 02 03 □	1	
2		Otsadetail	TN 17/110243 A 00 02 02 □	2	
1		Valimine silinder	TN 17/110243 A 00 02 01 □	1	
Osa	Väli	Nimetus, materjal	Tahis	Hulk	Markus
	Materjal		Naitamata piirhalbed: ISO 2768-1 M	Mass	Mõõt 1:10
Teostas	Sander Saarniit	Veerootor			
Kontrollis	Lemmik Kais				
Kinnitas					
 Eesti Maaülikool Tartu University of Agriculture and Forestry		Leht 3/11	Tahis TN 17/110243 A 00 02 K		Muudat.

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Lisa 5. Veetavrootori joonis



	Materjal:	Nahtamata piirhälbed: ISO 2768 c K	Mass:	Mõõt: 1:20
Teostas	Sander Saarniit	Nimetus: Veetavrootor		
Kontrollis	Lemmik Kais			
Kinnitas				
 Eesti Maaülikool <small>Estonian University of Life Sciences</small>		Leht: 4/11	Tahis: TN 17/110243 A 00 03 D	

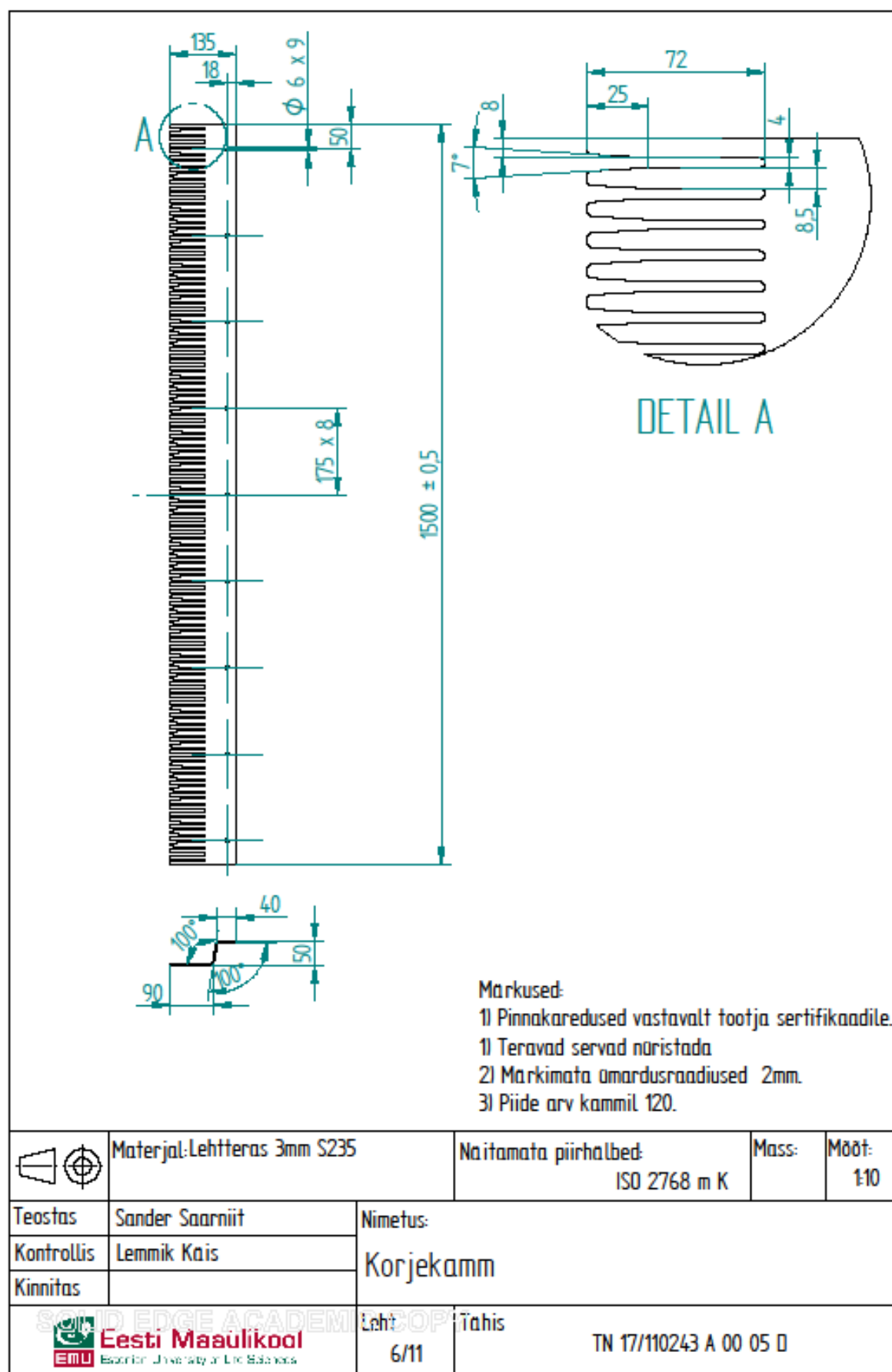


11	Ruutprofiil 30x30x2.6	TN 17/110243 A 00 04 11 D	1	
10	Ruutprofiil 30x30x2.6	TN 17/110243 A 00 04 10 D	1	
9	Ruutprofiil 30x30x2.6	TN 17/110243 A 00 04 09 D	6	
8	Ruutprofiil 30x30x2.6	TN 17/110243 A 00 04 08 D	1	
7	Ruutprofiil 30x30x2.6	TN 17/110243 A 00 04 07 D	2	
6	Ruutprofiil 30x30x2.6	TN 17/110243 A 00 04 06 D	2	
5	Ruutprofiil 30x30x2.6	TN 17/110243 A 00 04 05 D	2	
4	Ruutprofiil 30x30x2.6	TN 17/110243 A 00 04 04 D	2	
3	Ruutprofiil 30x30x2.6	TN 17/110243 A 00 04 03 D	2	
2	Ruutprofiil 30x30x2.6	TN 17/110243 A 00 04 02 D	2	
1	Kogumiskast	TN 17/110243 A 00 04 01 D	1	

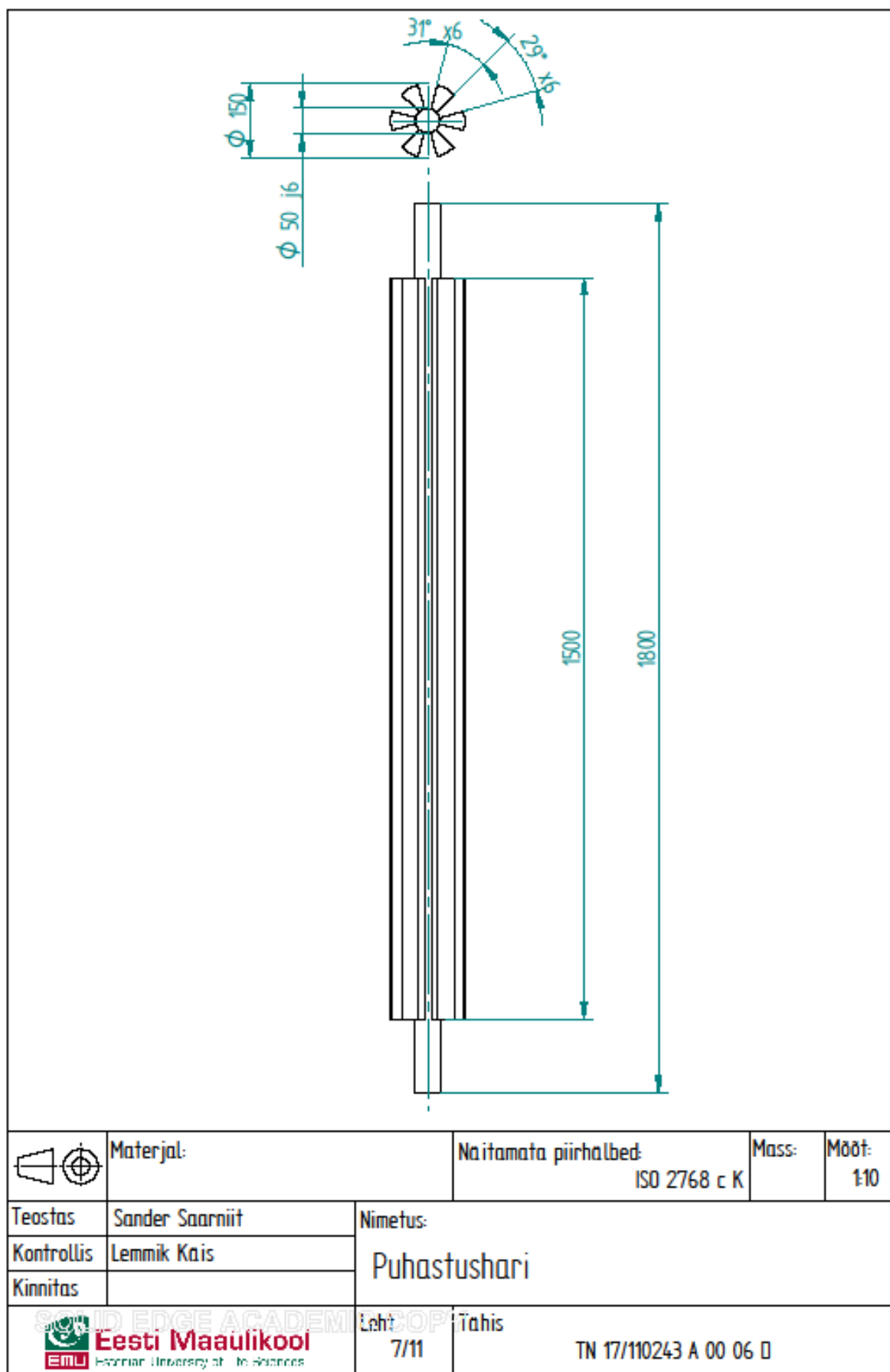
Osa	Väli	Nimetus, materjal	Tahis	Hulk	Markus
	Materjal	Näitamata piirhalbed ISO 2768 c K		Mass	Mõõt 1:20
Teostas	Sander Saarniit	Korjekast			
Kontrollis	Lemmik Kais				
Kinnitas					
Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences		Leht 5/11	Tahis TN 17/110243 A 00 04 K	Muudat.	

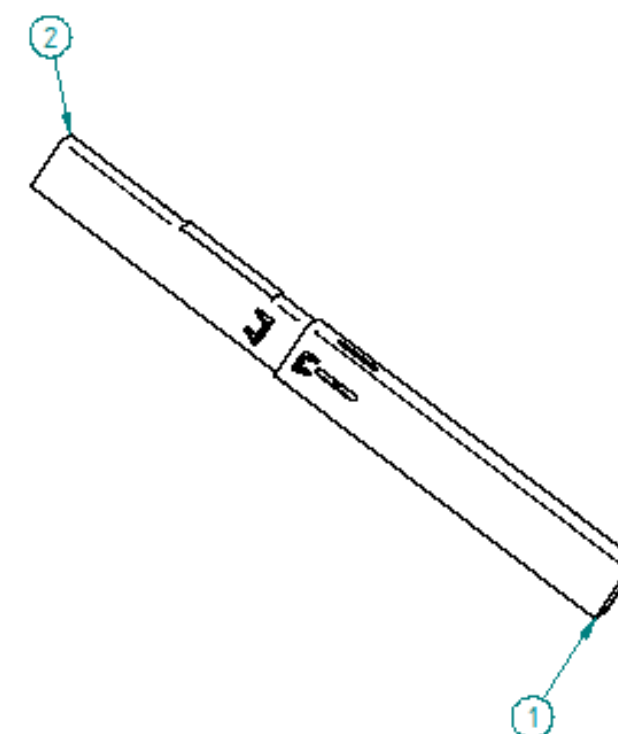
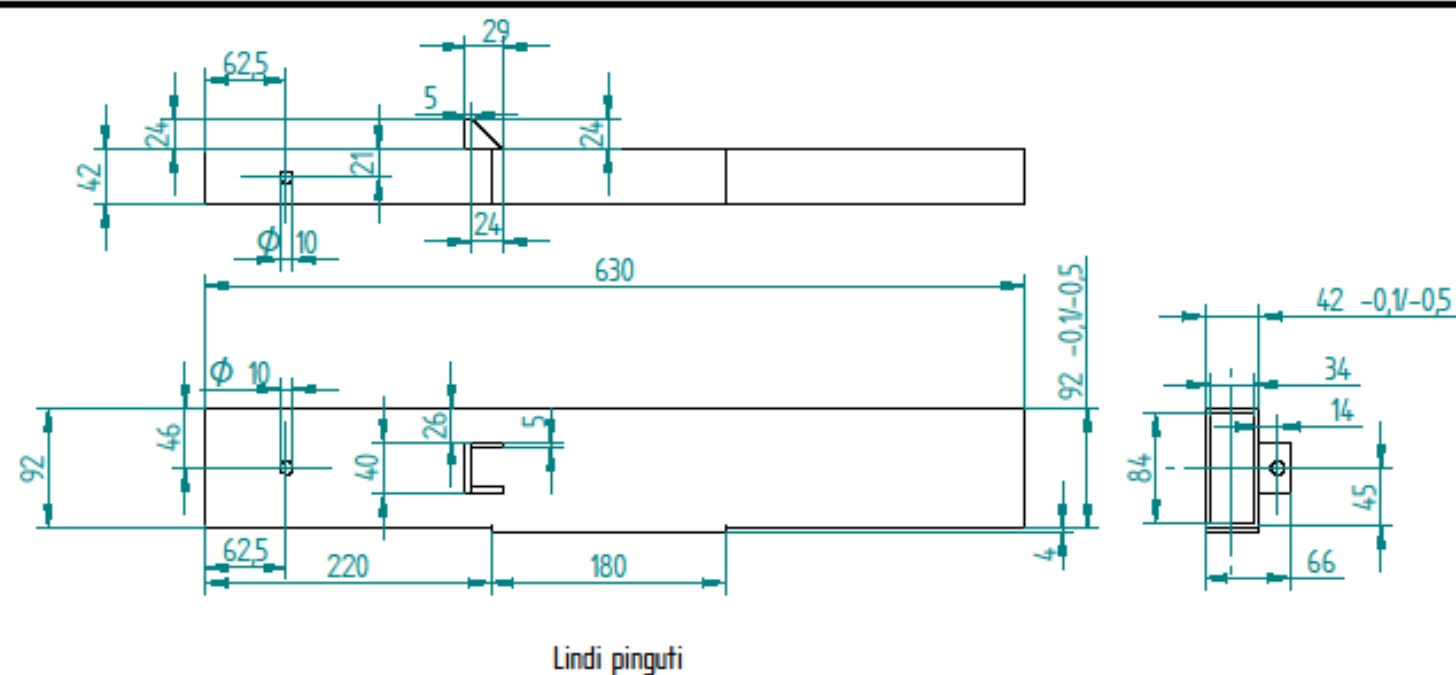
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Lisa 7. Koristuskammi joonis

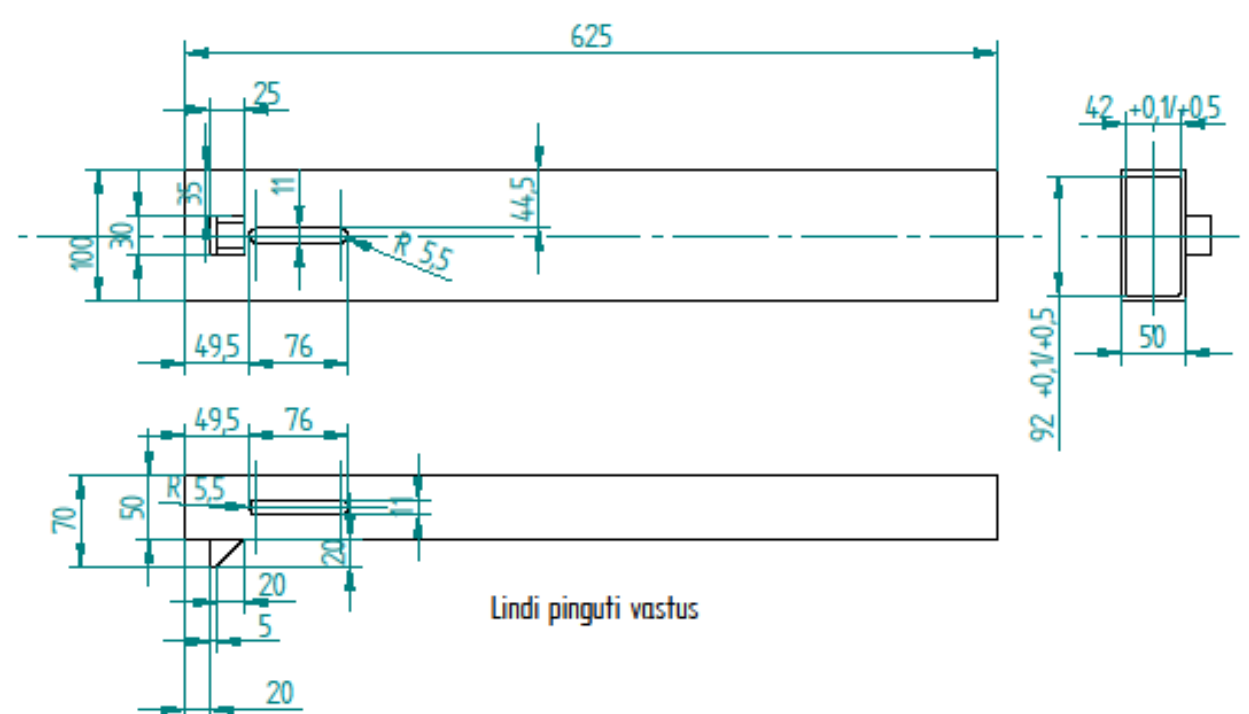




Lisa 8. Puhastusharja joonis





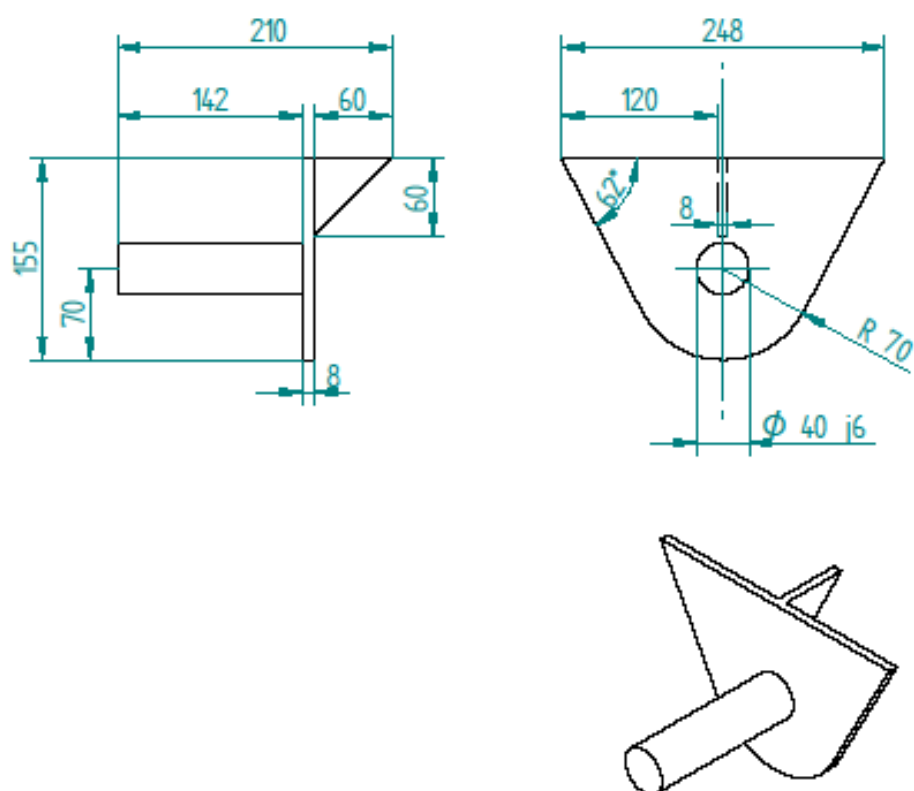
Markused:
1) Teravad servad amardada.



1		Lindi pinguti vastus	TN 17/110243 A 00 07 03 D	1	
2		Lindi pinguti	TN 17/110243 A 00 07 04 D	1	
Osa	Väli	Nimetus, materjal	Tahis	Hulk	Markus
		Materjal	Naitamata piirhälbed ISO 2768 c K	Mass	Mõõt 1:10
Teostas	Sander Saarniit		Rootorite kinnitus		
Kontrollis	Lemmik Kais				
Kinnitas					
 Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences			Leht 8/11	Tahis TN 17/110243 A 00 07 01 K	Muudat

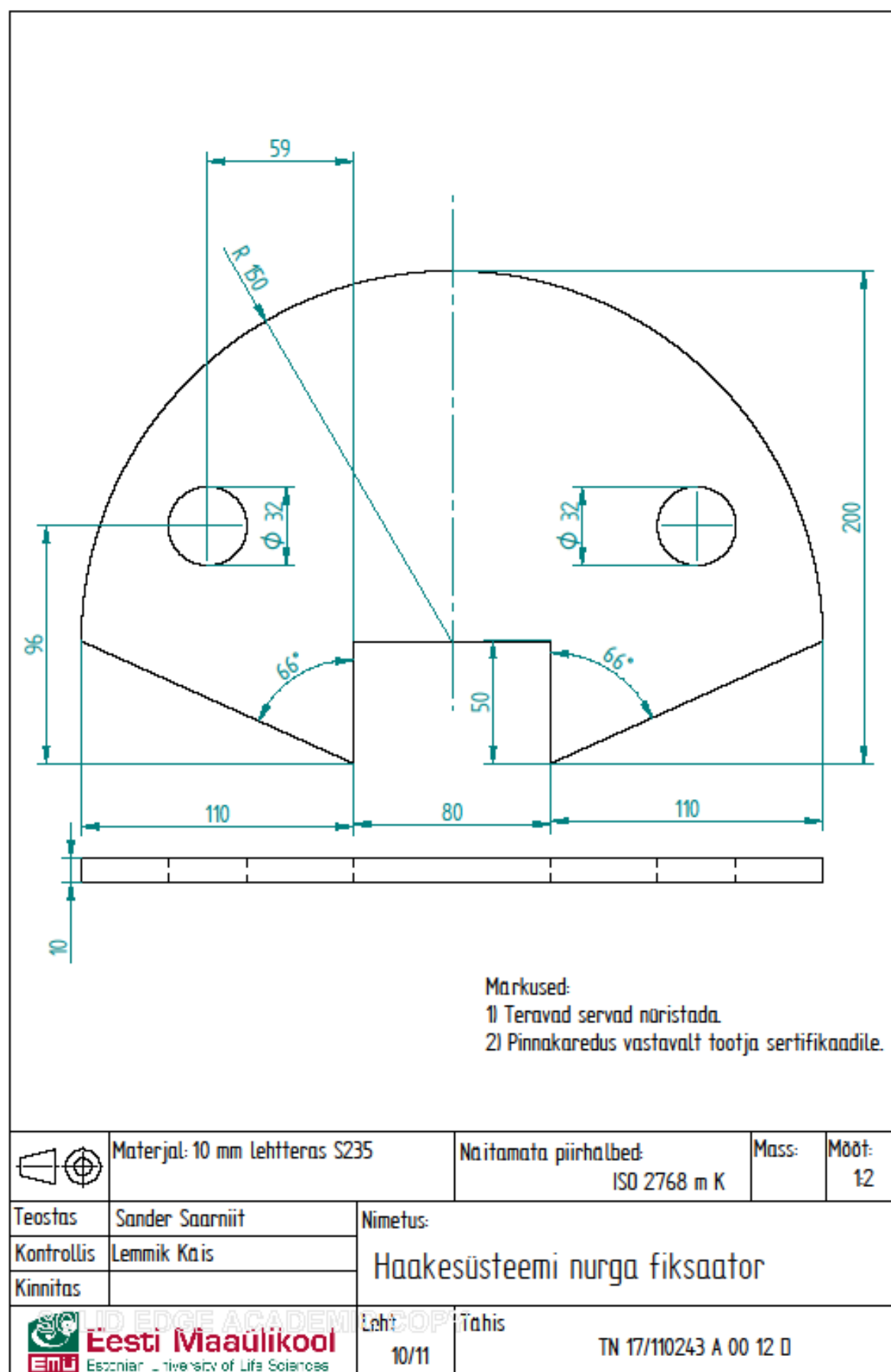
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Lisa 10. Ratta kinnituskronsteini joonis

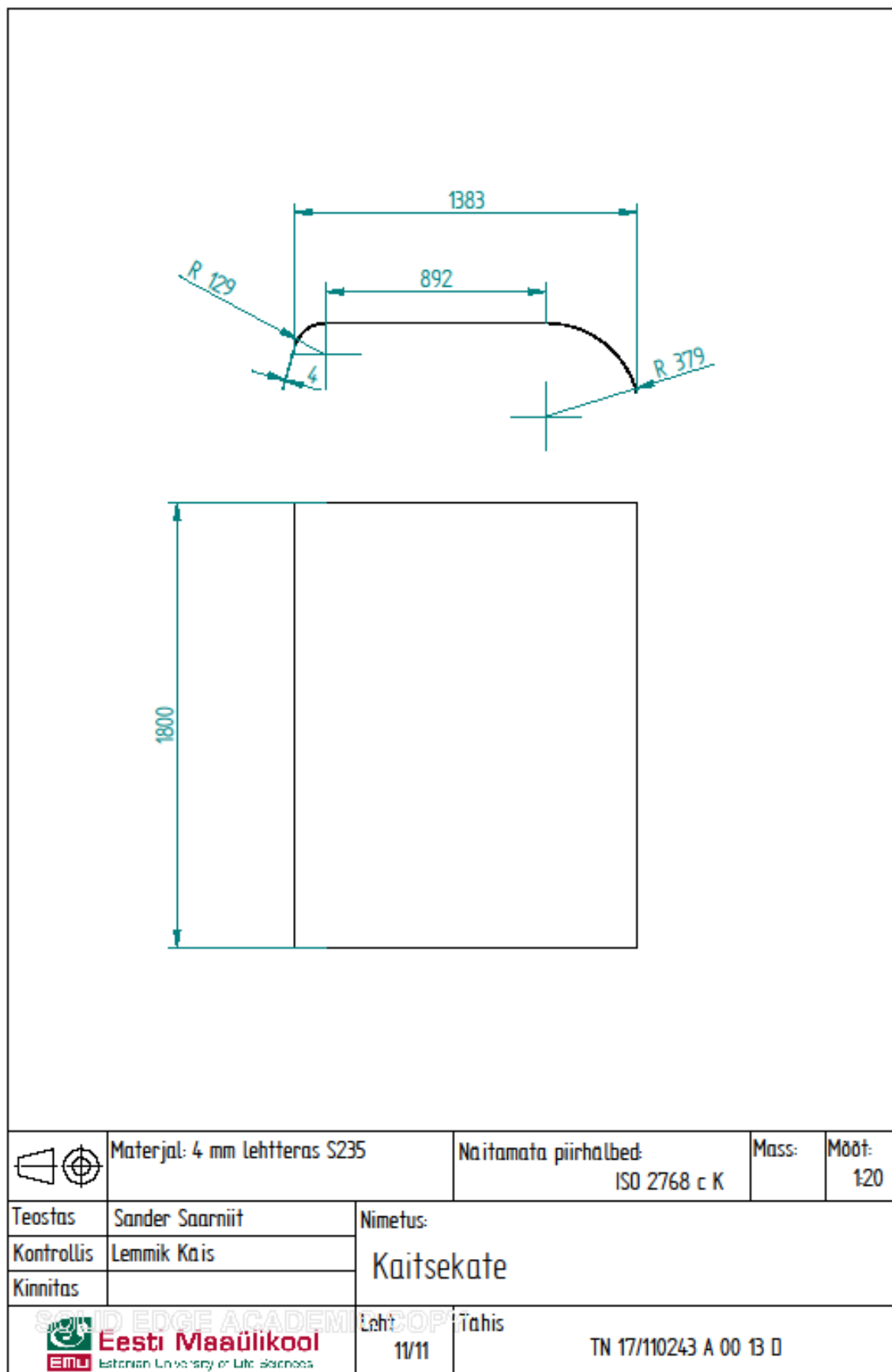


	Materjal: S235	Naitamata piirhalbed: ISO 2768 m K	Mass:	Mõõt: 15
Teostas	Sander Saarniit	Nimetus: Ratta kinnitus		
Kontrollis	Lemmik Kais			
Kinnitas				
	Eesti Maaülikool Tallinn University of Applied Sciences	Leht: 9/11	Tahis TN 17/110243 A 00 08 □	

Lisa 11. Haakesüsteemi nurga fiksaatori joonis



Lisa 12. Kaitsekatte joonis



Mina, Sander Saarniit,

(autori nimi)

sünniaeg 12.06.1992,

1) annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Kummelikoristusmasina arendus,

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja(d) on MSc Lemmik Käis,

(juhendaja(te) nimi)

salvestamiseks säilitamise eesmärgil, sh digitaalarhiivis DSpace säilitamise eesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;

2) olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3) kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega sikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(allkiri)

Tartu, _____

(kuupäev)

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)